

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC146599

# ANALISIS PERBANDINGAN SISTEM GANDA DAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA DESAIN STRUKTUR HOTEL AMMEERRA JAKARTA

YUNIAR DWI AMBARWATI  
NRP. 3116 040 516

DOSEN PEMBIMBING :  
NUR ACHMAD HUSIN, ST., MT.  
NIP. 19720115 199802 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT LANJUT JENJANG TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC146599

# **ANALISIS PERBANDINGAN SISTEM GANDA DAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA DESAIN STRUKTUR HOTEL AMMEERRA JAKARTA**

YUNIAR DWI AMBARWATI  
NRP. 3116 040 516

DOSEN PEMBIMBING :  
NUR ACHMAD HUSIN, ST., MT.  
NIP. 19720115 199802 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT LANJUT JENJANG TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017



APPLIED FINAL PROJECT - RC146599

# DUAL SYSTEM AND SPECIAL MOMENT RESISTING FRAME SYSTEM COMPARISON ANALYSIS ON THE STRUCTURAL DESIGN OF HOTEL AMMEERRA JAKARTA

YUNIAR DWI AMBARWATI  
NRP. 3116 040 516

ACADEMIC SUPERVISOR :  
NUR ACHMAD HUSIN, ST., MT.  
NIP. 19720115 199802 1 001

DIPLOMA IV PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING IN ADVANCED  
(EXTENDED) LEVEL  
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING  
FACULTY OF VOCASIONAL  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017

## LEMBAR PENGESAHAN

### TUGAS AKHIR TERAPAN

“ ANALISIS PERBANDINGAN SISTEM GANDA DAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA  
DESAIN STRUKTUR HOTEL AMMEERRA JAKARTA “

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada

Program Studi Diploma IV Lanjut Jenjang Teknik Sipil

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun Oleh :



YUNIAR DWI AMBARWATI

NRP. 3116 040 516

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Tugas Akhir Terapan :



20 JUL 2017

NUR ACHMAD HUSIN, ST., MT.

NIP. 19720115 199802 1 001

# **ANALISIS PERBANDINGAN SISTEM GANDA DAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA DESAIN STRUKTUR HOTEL AMMEERRA JAKARTA**

**Nama Mahasiswa** : Yuniar Dwi Ambarwati  
3116 040 516  
**Departemen** : Teknik Infrastruktur Sipil  
**Dosen Pembimbing** : Nur Achmad Husin, ST., MT.  
19720115 199802 1 001

## **ABSTRAK**

Pada tugas akhir ini menggunakan bangunan gedung Hotel Ammeerra di Jalan Kebon Sirih 37 Jakarta Pusat. Bangunan gedung ini direncanakan ulang dengan dan tanpa dinding geser pada wilayah gempa khusus dengan menggunakan program SAP 2000. Hal ini bertujuan untuk membandingkan biaya pada desain struktur dengan menggunakan sistem ganda dan sistem rangka pemikul momen khusus. Tujuan lain dalam tugas akhir ini yaitu untuk menentukan penggunaan sistem struktur yang efisien pada perencanaan Hotel Ammeerra Jakarta. Desain struktur bangunan gedung ini diharapkan dapat memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan terutama dalam menahan gaya akibat gempa. Perancangan bangunan gedung ini berdasarkan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013). Dan juga untuk gempa berdasarkan pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012). Dalam perencanaan ini, tahapan perencanaan dimulai dari menentukan data-data dasar perencanaan dan pembebanan struktur. Pembebanan ditentukan berdasarkan denah lantai dan fungsi bangunan gedung yang akan dipakai. Semua perhitungan pembebanan berdasarkan Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur

Lain (SNI 03-1727-2013), serta peraturan penunjang lainnya yang berlaku di Indonesia. Selain itu, dalam perencanaan ini juga merencanakan metode pelaksanaan *basement*.

**Kata Kunci:** Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, sistem ganda, bangunan gedung bertingkat tinggi, perbandingan.

# **DUAL SYSTEM AND SPECIAL MOMENT RESISTING FRAME SYSTEM COMPARISON ANALYSIS ON THE STRUCTURAL DESIGN OF HOTEL AMMEERRA JAKARTA**

**Student Name : Yuniar Dwi Ambarwati**  
**NRP : 3116 040 516**  
**Department : Civil Infrastructure Engineering**  
**Academic Supervisor : Nur Achmad Husin, ST., MT.**  
**19720115 199802 1 001**

## **ABSTRACT**

*Hotel Ammeerra on Kebon Sirih Road No.37 Central Jakarta is used for this final assignment. This building is redesigned with and without shear wall on special earthquake area using SAP 2000 program. It aims for the cost comparison between design by using multiple system and special moment bearer frame system. The other purpose of this final assignment is to determine which designs are more efficient for Hotel Ammeerra Jakarta. The design structure of this building is expected to meet the security and comfort requirements, especially in resisting forces caused by the earthquake. The design of this building based on Structural Concrete Requirements for Building Building (SNI 03-2847-2013). And also for earthquake based on Earthquake Resistance Planning Procedures for Building Structure and Non Building (SNI 03-1726-2012). In this planning, the planning stage starts from determining the basic data of planning and loading of structure. Loading is determined based on the floor plan and the function of the building that will be used. All loading calculations based on Minimum Expense for Building Design and Other Structure (SNI 03-1727-2013), and other supporting regulations applicable in*

*Indonesia. In addition, in this plan also planned the method of implementation of the basement.*

***Keywords :*** *Special Moment Resisting Frame System, dual system, High Rise Building, comparison,*



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya dalam memberikan kesehatan dan kekuatan bagi penulis guna menyelesaikan penyusunan Proyek Akhir ini.

Tersusunnya Proyek Akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah begitu banyak membantu dan memberi masukan serta arahan. Untuk itu kami mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta kelancaran dalam menyusun proyek akhir ini.
2. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya tercinta sebagai penyemangat dan banyak memberi dukungan moral maupun material serta do'a.
3. Bapak Nur Achmad Husin, ST., MT., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan serta motivasi dalam penyusunan proyek akhir ini.
4. Bapak Dr. Machsus, ST., MT., selaku Kepala departemen Teknik Infrastruktur Sipil.
5. Bapak Ir. FX Didik Harijanto, CES, selaku dosen wali.
6. Segenap dosen dan karyawan pada program studi Diploma Teknik Sipil FTSP ITS.
7. Teman-teman terdekat yang telah membantu dan memberikan saran dalam penyusunan proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa proyek akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu segala saran, kritik, serta masukan yang sifatnya membangun sangat diharapkan demi perbaikan pada penyusunan proyek akhir ini.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

***“ Halaman ini sengaja dikosongkan “***

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
TITLE PAGE.....	II
LEMBAR PENGESAHAN.....	III
ABSTRAK .....	IV
ABSTRACT .....	VI
KATA PENGANTAR.....	VIII
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR GAMBAR .....	XV
DAFTAR TABEL .....	XVIII
DAFTAR BAGAN.....	XXV
DAFTAR NOTASI .....	XXIII
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1.    LATAR BELAKANG .....	1
1.2.    RUMUSAN MASALAH .....	2
1.3.    BATASAN PERMASALAHAN .....	3
1.4.    TUJUAN.....	3
1.5.    MANFAAT .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    KRITERIA SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN .....	5
2.2    PERSYARATAN PERHITUNGAN KOMPONEN STRUKTUR BANGUNAN DENGAN METODE SRPMK.....	8
2.2.1 <i>Perencanaan Balok</i> .....	8
2.2.2 <i>Perencanaan Kolom</i> .....	12
2.2.3 <i>Perencanaan Hubungan Balok dan Kolom</i> .....	17
2.3    PERSYARATAN PERHITUNGAN KOMPONEN STRUKTUR BANGUNAN DENGAN METODE SDSK .....	19

BAB III METODOLOGI .....	23
3.1 PENGUMPULAN DATA.....	24
3.2 ANALISA PEMBEBANAN.....	25
3.2.1 <i>Beban Mati</i> .....	25
3.2.2 <i>Beban Hidup</i> .....	26
3.2.3 <i>Beban Angin</i> .....	26
3.2.4 <i>Beban gempa</i> .....	26
3.3 PEMODELAN STRUKTUR .....	26
3.4 ANALISA GAYA DALAM .....	28
3.5 PERHITUNGAN TULANGAN .....	29
3.6 GAMBAR PERENCANAAN.....	30
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	31
4.1 PERHITUNGAN PEMBEBANAN.....	31
4.1.1 <i>Beban Mati</i> .....	31
4.1.2 <i>Beban Hidup</i> .....	32
4.1.3 <i>Beban Hujan</i> .....	35
4.1.4 <i>Beban Angin</i> .....	35
4.1.5 <i>Beban Gempa</i> .....	38
4.1.6 <i>Beban Tekanan Tanah ke Samping</i> .....	41
4.2 KONTROL STRUKTUR.....	44
4.2.1 <i>Kontrol Periode Fundamental Struktur</i> .....	44
4.2.2 <i>Kontrol Simpangan antar Lantai</i> .....	45
4.2.3 <i>Kontrol Gaya Geser Dasar Gempa</i> .....	48
4.3 PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER .....	51
4.3.1 <i>Perhitungan Pelat</i> .....	51
4.3.2 <i>Perhitungan Tangga</i> .....	82
4.3.3 <i>Perhitungan Ramp</i> .....	100
4.4 PERENCANAAN STRUKTUR PRIMER.....	112
4.4.1 <i>Perhitungan Tulangan Balok</i> .....	112
4.4.2 <i>Perhitungan Tulangan Kolom</i> .....	175
4.4.3 <i>Perhitungan Tulangan pada Hubungan Balok dan Kolom</i> 230	
4.4.4 <i>Perhitungan Tulangan Shearwall</i> .....	234

4.5	PERHITUNGAN ANALISA BIAYA PERBANDINGAN SISTEM STRUKTUR .....	244
4.6	<i>OUTPUT</i> GAYA DALAM PONDASI.....	244
4.7	METODE PELAKSANAAN KONSTRUKSI <i>BASEMENT</i> ....	245
BAB V HASIL PERHITUNGAN.....		255
5.1	KESIMPULAN .....	255
5.1.1	<i>Hasil Penulangan Struktur Sekunder</i> .....	255
5.1.2	<i>Hasil Penulangan Struktur Primer</i> .....	258
5.1.3	<i>Hasil Perhitungan Analisa Biaya Perbandingan Sistem Struktur</i> .....	258
DAFTAR PUSTAKA.....		271

***“ Halaman ini sengaja dikosongkan “***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta respon spektra percepatan 0.2 detik ( $S_s$ ) di batuan dasar ( $S_B$ ) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.....	6
Gambar 2. 2 Peta respon spektra percepatan 1.0 detik ( $S_I$ ) di batuan dasar ( $S_B$ ) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.....	6
Gambar 2. 3 Ketentuan Dimensi Penampang Balok.....	8
Gambar 2. 4 Persyaratan Tulangan Lentur.....	9
Gambar 2. 5 Persyaratan Sambungan Tulangan.....	9
Gambar 2. 6 Persyaratan Tulangan Transversal.....	10
Gambar 2. 7 Persyaratan untuk Sengkang Tertutup.....	10
Gambar 2. 8 Geser Desain untuk Balok.....	11
Gambar 2. 9 Persyaratan Geometri Kolom .....	12
Gambar 2. 10 Persyaratan Kolom Kuat Balok Lemah .....	12
Gambar 2. 11 Sambungan Lewatan pada Kolom.....	13
Gambar 2. 12 Persyaratan Kekangan untuk Sengkang Tertutup Persegi.....	14
Gambar 2. 13 Persyaratan Kekangan untuk Sengkang Spiral .....	15
Gambar 2. 14 Contoh Tulangan Transversal pada Kolom .....	15
Gambar 2. 15 Sambungan Lewatan Kolom .....	16
Gambar 2. 16 Geser Desain untuk Kolom.....	16
Gambar 2. 17 Luas Joint Efektif .....	18
Gambar 2. 18 Persyaratan Penulangan Badan Dinding Beton Struktural.....	19
Gambar 2. 19 Penulangan untuk Komponen Batas Khusus.....	21
Gambar 3. 1 Flowchart Perencanaan Struktur Bangunan.....	23
Gambar 3. 2 Model Perencanaan Struktur Hotel Ammeerra Jakarta dengan Sistem Ganda.....	27

Gambar 3. 3 Model Perencanaan Struktur Hotel Ammeerra Jakarta dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	28
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Perhitungan Struktur Primer .....	29
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Perhitungan Struktur Sekunder .....	29
Gambar 4. 1 Sketsa Pembebanan Angin.....	37
Gambar 4. 2 Grafik Spektrum Respons Gempa 2500 tahun .....	40
Gambar 4. 3 Penentuan Simpangan Antar Lantai .....	45
Gambar 4. 4 Sketsa Denah Lantai Lobby Area Pelat .....	51
Gambar 4. 5 Tinggi Efektif Potongan Pelat .....	54
Gambar 4. 6 Penulangan Pelat Tipe a.....	65
Gambar 4. 7 Tinggi Efektif Potongan Pelat .....	68
Gambar 4. 8 Penulangan Pelat Tipe b .....	79
Gambar 4. 9 Sketsa Denah Lantai Lobby Area Tangga .....	82
Gambar 4. 10 Sketsa Denah Perencanaan Tangga Area 1.....	83
Gambar 4. 11 Sketsa Potongan Perencanaan Tangga Area 1 .....	83
Gambar 4. 12 Sketsa Analisa Sturuktur Perencanaan Tangga Area 1 .....	86
Gambar 4. 13 Tinggi Efektif Potongan Pelat Tangga.....	92
Gambar 4. 14 Denah Penulangan Struktur Tangga Area 1.....	99
Gambar 4. 15 Potongan Struktur Tangga Area 1 .....	99
Gambar 4. 16 Sketsa Denah Lantai B1 Area <i>Ramp</i> .....	100
Gambar 4. 17 Sketsa Denah Perencanaan <i>Ramp</i> Tipe 1.....	101
Gambar 4. 18 Sketsa Potongan Perencanaan <i>Ramp</i> Tipe 1 .....	101
Gambar 4. 19 Sketsa Analisa Sturuktur Perencanaan <i>Ramp</i> Tipe 1 .....	102
Gambar 4. 20 Tinggi Efektif Potongan Pelat Tangga.....	107
Gambar 4. 21 Potongan Struktur <i>Ramp</i> Tipe 1 .....	111
Gambar 4. 22 Tinggi Efektif Balok.....	113
Gambar 4. 23 Denah Posisi Balok B 35/70 pada Joint 5 As G – Esw .....	115
Gambar 4. 24 Posisi Balok B 35/70 pada Joint 5 As G – Esw ..	115



Gambar 4. 25 Gaya Lintang Rencana Komponen Balok pada SRPMK .....	121
Gambar 4. 26 Ukuran penampang B 35/70 .....	122
Gambar 4. 27 Hasil Penulangan Balok B 35/70 Tumpuan Kiri	138
Gambar 4. 28 Hasil Penulangan Balok B 35/70 Lapangan .....	148
Gambar 4. 29 Hasil Penulangan Balok B 35/70 Tumpuan Kanan .....	159
Gambar 4. 30 Panjang Penyaluran Kait .....	161
Gambar 4. 31 Penyaluran Tulangan Momen Negatif.....	163
Gambar 4. 32 Detail Panjang Penyaluran Balok B 35/70 As 4/A – Csw.....	164
Gambar 4. 33 Pembengkokan Sengkan Balok B 35/70 .....	164
Gambar 4. 34 Perencanaan Geser untuk Balok SRPMK .....	165
Gambar 4. 35 Detail Spasi Tulangan Geser Balok B 35/70 As 4/A – Csw.....	174
Gambar 4. 36 Denah Posisi Kolom K1 (85/70) pada As 3 – D.	176
Gambar 4. 37 Posisi Kolom K1 (85/70) pada As 3 – D .....	176
Gambar 4. 38 Faktor Panjang Efektif k.....	183
Gambar 4. 39 Diagram Interaksi Penulangan 4 sisi .....	188
Gambar 4. 40 Kontrol Kondisi Tekan Kolom.....	193
Gambar 4. 41 Hasil Output spColumn K1 .....	197
Gambar 4. 42 Ilustrasi $\phi M_n$ Balok Akibat Goyangan Struktur	198
Gambar 4. 43 Diagram Interaksi Kolom Desain spColumn K1	199
Gambar 4. 44 Hasil Penulangan Kolom K1 85/70 Tumpuan....	202
Gambar 4. 45 Perencanaan Geser untuk Kolom SRMPK.....	203
Gambar 4. 46 Hasil Penulangan Kolom K1 85/70 Lapangan ...	207
Gambar 4. 47 Detail Spasi Tulangan Geser K1 85/70 As 3 / D	207
Gambar 4. 48 Detail Sambungan Lewatan K1 85/70 As 3 / D .	209
Gambar 4. 49 Denah Posisi Kolom K6 ( $\phi 50$ ) pada As 8 – D...	211
Gambar 4. 50 Posisi Kolom K6 ( $\phi 50$ ) pada As 8 – D .....	211
Gambar 4. 51 Faktor Panjang Efektif k.....	218

Gambar 4. 52 Hasil Output pcaColumn K6 .....	221
Gambar 4. 53 Perencanaan Geser untuk Kolom SRMPK .....	224
Gambar 4. 54 Hasil Penulangan Kolom K6 Ø50 .....	228
Gambar 4. 55 Hasil Penulangan Kolom K1 85/70 Tumpuan .....	231
Gambar 4. 56 <i>Free-body</i> Diagram Join .....	232
Gambar 4. 57 Denah Posisi <i>Shearwall</i> SW1 .....	235
Gambar 4. 58 Posisi <i>Shearwall</i> SW1 .....	235
Gambar 4. 59 Hasil Penulangan <i>Shearwall</i> SW1 .....	240
Gambar 4. 60 Detail Spasi Tulangan Geser dan Panjang Penyaluran <i>Shearwall</i> SW1 .....	241
Gambar 4. 61 Hasil Output spColumn SW1 .....	242
Gambar 4. 62 Sketsa Struktur <i>Shearwall</i> SW1 .....	242
Gambar 4. 63 Metode Kontruksi <i>Basement</i> .....	246
Gambar 4. 64 Skema Mobilisasi Peralatan .....	247
Gambar 4. 65 Potongan Metode Cut Off .....	248
Gambar 4. 66 Persyaratan Tiang Bentonite .....	249
Gambar 4. 67 Pengeboran Diantara Tiang Bentonite .....	249
Gambar 4. 68 Pemasangan Dinding Diafragma .....	250
Gambar 4. 69 Pemasangan Pondasi beserta <i>King Post</i> .....	250
Gambar 4. 70 Pengerjaan Pelat Lantai Dasar .....	251
Gambar 4. 71 Pengerjaan Lantai <i>Basement</i> dan Lantai Atas .....	251
Gambar 4. 72 Pengerjaan Lantai <i>Basement</i> Selanjutnya dan Lantai Atas Selanjutnya .....	252
Gambar 4. 73 Alur Penggalian Tanah .....	252
Gambar 4. 74 Galian <i>Basement</i> Tahap 1 .....	253
Gambar 4. 75 Galian <i>Basement</i> Tahap 2 .....	253
Gambar 4. 76 Alur Pekerjaan Galian Tanah .....	254

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penentuan KDS .....	7
Tabel 3. 1 Peraturan yang Digunakan.....	24
Tabel 4. 1 Perhitungan Nilai N-SPT.....	39
Tabel 4. 2 Perhitungan Hasil Nilai N-SPT .....	40
Tabel 5. 1 Perbandingan <i>Joint Reactions</i> Sistem Ganda dan SRPMK.....	259
Tabel 5. 2 Prosentase Perbandingan <i>Base Reactions</i> Sistem Ganda dan SRPMK.....	261
Tabel 5. 3 Prosentase Perbandingan <i>Modal Periods</i> Sistem Ganda dan SRPMK.....	262
Tabel 5. 4 Prosentase Perbandingan <i>Joint Displacements</i> Sistem Ganda dan SRPMK .....	263
Tabel 5. 5 Prosentase Perbandingan Momen Lentur pada Balok Sistem Ganda dan SRPMK .....	264
Tabel 5. 6 Prosentase Perbandingan Tulangan Lentur pada Balok Sistem Ganda dan SRPMK .....	265
Tabel 5. 7 Prosentase Perbandingan Gaya Aksial dan Tulangan Lentur pada Kolom.....	266
Tabel 5. 8 Rekapitulasi RAB Pekerjaan Beton dan Besi dengan Menggunakan Sistem Ganda.....	267
Tabel 5. 9 Rekapitulasi RAB Pekerjaan Beton dan Besi dengan Menggunakan SRPMK.....	267
Tabel 5. 10 Rekapitulasi Perbandingan RAB Pekerjaan Beton dan Pembesian Sistem Ganda dan SRPMK .....	270

***“ Halaman ini sengaja dikosongkan “***

## DAFTAR BAGAN

Bagan 5. 1 Prosentase Perbandingan <i>Joint Reactions</i> Sistem Ganda .....	260
Bagan 5. 2 Prosentase Perbandingan <i>Base Reactions</i> Sistem Ganda dan SRPMK .....	261
Bagan 5. 3 Prosentase Perbandingan <i>Modal Periods</i> Sistem Ganda dan SRPMK .....	262
Bagan 5. 4 Prosentase Perbandingan <i>Joint Displacements</i> Sistem Ganda dan SRPMK .....	263
Bagan 5. 5 Prosentase Perbandingan Momen Lentur pada Balok Sistem Ganda dan SRPMK .....	264
Bagan 5. 6 Prosentase Perbandingan Tulangan Lentur pada Balok Sistem Ganda dan SRPMK .....	265
Bagan 5. 7 Prosentase Perbandingan Gaya Aksial dan Tulangan Lentur pada Kolom .....	266
Bagan 5. 8 Prosentase RAB Pekerjaan Beton Sistem Ganda dan SRPMK .....	268
Bagan 5. 9 Prosentase RAB Pekerjaan Pembesian Sistem Ganda dan SRPMK .....	269
Bagan 5. 10 Prosentase Perbandingan Pekerjaan Beton dan Pembesian .....	270

***“ Halaman ini sengaja dikosongkan “***

## DAFTAR NOTASI

$A_{ch}$	= luas penampang komponen struktur yang diukur sampai tepi luar tulangan transversal, $\text{mm}^2$
$A_{cp}$	= luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton, $\text{mm}^2$
$A_{cv}$	= luas bruto penampang beton yang dibatasi oleh tebal badan dan panjang penampang dalam arah gaya geser yang ditinjau, $\text{mm}^2$
$A_{cw}$	= luas penampang beton pilar individu, segmen dinding horisontal, atau balok kopel yang menahan geser, $\text{mm}^2$
$A_g$	= luas bruto penampang beton, $\text{mm}^2$ . Untuk penampang berlubang, $A_g$ adalah luas beton saja dan tidak termasuk luas lubang
$A_j$	= luas penampang efektif pada joint di bidang yang paralel terhadap bidang tulangan yang menimbulkan geser dalam joint, $\text{mm}^2$
$Al$	= luas total tulangan longitudinal untuk menahan torsi, $\text{mm}^2$
$Al_{min}$	= luas minimum tulangan longitudinal untuk menahan torsi, $\text{mm}^2$
$A_o$	= luas bruto yang dilingkupi oleh jalur alir geser, $\text{mm}^2$
$A_{oh}$	= luas yang dilingkupi oleh garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar, $\text{mm}^2$
$A_s$	= luas tulangan tarik longitudinal non-prategang, $\text{mm}^2$
$A_{s'}$	= luas tulangan tekan, $\text{mm}^2$
$A_{sc}$	= luas tulangan tarik utama dalam korbel atau brakit ( <i>bracket</i> ), $\text{mm}^2$
$A_{sh}$	= luas penampang total tulangan transversal (termasuk kait silang) dalam spasi $s$ dan tegak lurus terhadap dimensi $b_c$ , $\text{mm}^2$
$As_{min}$	= luas minimum tulangan lentur, $\text{mm}^2$
$A_{st}$	= luas total tulangan longitudinal non-prategang (batang tulangan atau profil baja), $\text{mm}^2$

$A_t$	= luas satu kaki sengkang tertutup yang menahan torsi dalam spasi $s$ , mm <sup>2</sup>
$A_v$	= luas tulangan geser berspasi $s$ , mm <sup>2</sup>
$A_{v_{min}}$	= luas minimum tulangan geser dalam spasi $s$ , mm <sup>2</sup>
$b_c$	= dimensi penampang inti komponen struktur yang diukur ke tepi luar tulangan transversal yang membentuk luas $A_{sh}$ , mm
$b_w$	= lebar badan (web), tebal dinding, atau diameter penampang lingkaran, mm
$c_1$	= dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen, kapital ( <i>capital</i> ), atau braket ( <i>bracket</i> ) yang diukur dalam arah bentang dimana momen ditentukan, mm
$c_2$	= dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen, kapital ( <i>capital</i> ), atau braket ( <i>bracket</i> ) yang diukur dalam arah tegak lurus terhadap $c_1$ , mm
$C_s$	= koefisien respons gempa
$C_{Vx}$	= faktor distribusi vertikal
$D$	= beban mati, atau momen dan gaya dalam yang terkait
$d$	= jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal, mm
$d'$	= jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tekan longitudinal, mm
$d_b$	= diameter nominal batang tulangan, kawat, atau strand ( <i>strand</i> ) prategang, mm
$d_i$	= tebal suatu lapisan tanah atau batuan di dalam lapisan 30 m paling atas
$E$	= pengaruh gempa, atau momen dan gaya dalam yang terkait
$E_c$	= modulus elastisitas beton, MPa
$E_h$	= pengaruh gaya gempa horisontal
$EI$	= kekakuan lentur komponen struktur tekan, Nmm <sup>2</sup>
$E_s$	= modulus elastisitas tulangan dan baja struktural, MPa
$E_v$	= pengaruh gaya gempa vertikal
$F_a$	= koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik)



$f_c'$	= kekuatan tekan beton yang disyaratkan, MPa
$F_b, F_x$	= bagian dari gaya geser dasar, $V$ , pada tingkat $i$ atau $x$
$f_s$	= tegangan tarik yang dihitung dalam tulangan saat beban layan, MPa
$F_v$	= koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik),
$f_y$	= kekuatan leleh tulangan yang disyaratkan, MPa
$f_{yt}$	= kekuatan leleh tulangan transversal yang disyaratkan $f_y$ , MPa
$h$	= tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm
$h_b, h_x$	= tinggi dari dasar sampai tingkat $i$ atau $x$ , m
$h_w$	= tinggi dinding keseluruhan dari dasar ke tepi atas atau tinggi bersih segmen dinding atau pier dinding yang ditinjau, mm
$h_x$	= spasi horisontal kait silang atau kaki sengkang tertutup ( <i>hoop</i> ) pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom, mm
$H$	= beban akibat tekanan lateral tanah, air dalam tanah, atau bahan lainnya, atau momen dan gaya dalam yang terkait, N
$I$	= momen inersia penampang terhadap sumbu pusat, mm <sup>4</sup>
$I_b$	= momen inersia penampang bruto balok terhadap sumbu pusat, mm <sup>4</sup>
$I_e$	= faktor keutamaan
$I_g$	= momen inersia penampang beton bruto terhadap sumbu pusat, yang mengabaikan tulangan, mm <sup>4</sup>
$k$	= faktor panjang efektif untuk komponen struktur tekan
$l_d$	= panjang penyaluran tarik batang tulangan ulir, kawat ulir, tulangan kawat las polos dan ulir, atau strand pratarik, mm
$l_{dc}$	= panjang penyaluran tekan batang tulangan ulir dan kawat ulir, mm
$l_{dh}$	= panjang penyaluran tarik batang tulangan ulir atau kawat ulir dengan kait standar, yang diukur dari penampang kritis ujung luar kait (panjang penanaman

lurus antara penampang kritis dan awal kait [titik tangen] ditambah jari-jari dalam bengkokan dan satu diameter batang tulangan), mm

$l_n$  = panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm

$l_o$  = panjang, yang diukur dari muka joint sepanjang sumbu komponen struktur, dimana tulangan transversal khusus harus disediakan, mm

$l_u$  = panjang tak tertumpu komponen struktur tekan, mm

$L$  = beban hidup, atau momen dan gaya dalam yang terkait

$M_n$  = kekuatan lentur nominal pada penampang, Nmm

$M_{nb}$  = kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangka ke dalam joint, Nmm

$M_{nc}$  = kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kuat lentur yang terendah, Nmm

$M_{pr}$  = kekuatan lentur mungkin komponen struktur, dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan properti komponen struktur pada muka joint yang mengasumsikan tegangan tarik dalam batang tulangan longitudinal sebesar paling sedikit  $1,25f_y$  dan faktor reduksi kekuatan,  $\phi$ , sebesar 1.0, Nmm

$M_s$  = momen terfaktor akibat beban yang mengakibatkan goyangan cukup besar, Nmm

$M_u$  = momen terfaktor pada penampang, Nmm

$M_l$  = momen ujung terfaktor yang lebih kecil pada komponen struktur tekan, diambil sebagai positif jika komponen struktur dibengkokkan dalam kurvatur tunggal, dan negatif jika dibengkokkan dalam kurvatur ganda, Nmm

$M_{Ins}$  = momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan pada ujung dimana  $M_l$  bekerja, akibat beban yang mengakibatkan goyangan samping tidak besar, yang

- dihitung menggunakan analisis rangka elastis orde pertama, Nmm
- $M_{1s}$  = momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan pada ujung dimana  $M_1$  bekerja, akibat beban yang mengakibatkan goyangan samping cukup besar, yang dihitung menggunakan analisis rangka elastis orde pertama, Nmm
- $M_2$  = momen ujung terfaktor yang lebih besar pada komponen struktur tekan. Jika pembebanan transversal terjadi di antara tumpuan,  $M_2$  diambil sebagai momen terbesar yang terjadi dalam komponen struktur. Nilai  $M_2$  selalu positif, Nmm
- $M_{2,ns}$  = momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan pada ujung dimana  $M_2$  bekerja, akibat beban yang mengakibatkan goyangan samping tidak besar, yang dihitung menggunakan analisis rangka elastis orde pertama, N·mm
- $M_{2s}$  = momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan pada ujung dimana  $M_2$  bekerja, akibat beban yang mengakibatkan goyangan samping cukup besar, yang dihitung menggunakan analisis rangka elastis orde pertama, Nmm
- $n$  = jumlah benda, seperti uji kekuatan, batang tulangan, kawat, alat angkut strand tunggal (*monostrand*), angkur, atau lengan kepala geser (*shearhead*)
- $N$  = tahanan penetrasi standar
- $\bar{N}$  = tahanan penetrasi standar rata-rata dalam lapisan 30 m paling atas
- $N_{av}$  = Nilai N-SPT rata-rata sepanjang tiang
- $P_{cp}$  = keliling luar penampang beton, mm
- $P_h$  = keliling garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar, mm
- $P_b$  = kekuatan aksial nominal pada kondisi regangan seimbang, N
- $P_c$  = beban tekuk kritis, N

$P_u$	= gaya aksial terfaktor; diambil sebagai positif untuk tekan dan negatif untuk tarik, N
$q_{Du}$	= beban mati terfaktor per satuan luas
$q_{Lu}$	= beban hidup terfaktor per satuan luas
$q_u$	= beban terfaktor per satuan luas
$Q_E$	= pengaruh gaya gempa horisontal
$r$	= radius girasi penampang komponen struktur tekan, mm
$R$	= koefisien modifikasi respons
$R$	= beban hujan, atau momen dan gaya dalam yang terkait
$s$	= spasi pusat ke pusat suatu benda, misalnya tulangan longitudinal, tulangan transversal, tendon, kawat atau angkur prategang, mm
$s_o$	= spasi pusat ke pusat tulangan transversal dalam panjang $l_o$ mm
$S_S$	= parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen
$S_I$	= parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen
$S_{DS}$	= parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5 persen
$S_{DI}$	= parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5 persen
$S_{MS}$	= parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
$S_{MI}$	= percepatan percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
$T$	= periode fundamental bangunan
$T_n$	= kekuatan momen torsi nominal, Nmm
$T_u$	= momen torsi terfaktor pada penampang, Nmm
$V$	= geser desain total di dasar struktur dalam arah yang ditinjau
$V_n$	= tegangan geser nominal, MPa
$V_c$	= kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton, N

$V_s$	= kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulangan geser, N
$V_u$	= gaya geser terfaktor pada penampang, N
$W$	= beban angin, atau momen dan gaya dalam yang terkait
$W$	= berat seismik efektif bangunan
$W_u$	= beban terfaktor per satuan panjang balok atau pelat satu arah
$\alpha$	= sudut yang menentukan orientasi tulangan
$\alpha_c$	= koefisien yang menentukan kontribusi relatif kekuatan beton terhadap kuat geser dinding nominal
$\beta$	= rasio dimensi panjang terhadap pendek: bentang bersih untuk pelat dua arah, sisi kolom, beban terpusat atau luasan reaksi, atau sisi fondasi tapak ( <i>footing</i> )
$\beta_c$	= Rasio dari sisi-sisi kolom
$\beta_{dns}$	= rasio yang digunakan untuk memperhitungkan reduksi kekakuan kolom akibat beban aksial tetap
$\beta_1$	= faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan tinggi sumbu netral
$\delta_s$	= faktor pembesaran momen untuk rangka yang tidak dibreising ( <i>braced</i> ) terhadap simpangan, untuk mencerminkan drif ( <i>drift</i> ) lateral yang dihasilkan dari beban lateral dan gravitasi
$\lambda$	= faktor modifikasi yang merefleksikan properti mekanis tereduksi dari beton ringan, semuanya relatif terhadap beton normal dengan kuat tekan yang sama
$\mu$	= koefisien friksi
$\rho$	= rasio $A_s$ terhadap $bd$
$\rho$	= faktor redundansi struktur
$\rho_s$	= rasio volume tulangan spiral terhadap volume total inti yang dikekang oleh spiral (diukur dari sisi luar ke sisi luar spiral)
$\rho_t$	= rasio luas tulangan transversal terdistribusi terhadap luas beton bruto yang tegak lurus terhadap tulangan yang dimaksud
$\phi$	= faktor reduksi kekuatan

$\Psi_e$  = faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada pelapis tulangan

$\Psi_t$  = faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada lokasi tulangan

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Perencanaan bangunan gedung bertingkat tinggi dengan resiko kegempaan dapat dihitung dengan beberapa metode. Diantaranya adalah metode Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan Sistem Dinding Struktural (SDS). Sistem rangka pemikul momen terbagi dalam kategori desain seismik yang didasarkan pada lokasi perencanaan. Pada lokasi yang terjadi di wilayah resiko rawan kegempaan tinggi dengan kategori desain seismik D, E dan F direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Namun untuk lokasi yang terjadi di wilayah resiko kegempaan sedang dengan kategori desain seismik C direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Dan pada lokasi yang terjadi di wilayah resiko kegempaan rendah dengan kategori desain seismik A dan B direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB). Selain itu, pada bangunan gedung bertingkat tinggi juga memerlukan perkuatan tambahan untuk menahan gaya gempa yang bekerja, misalnya dengan penambahan struktur dinding geser (*shearwall*). Sama halnya seperti SRPMK, Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK) juga digunakan untuk struktur yang dikenakan kategori desain seismik D, E, dan F. Untuk struktur yang dikenakan kategori desain seismik A, B, dan C menggunakan Sistem Dinding Struktural Biasa (Iswandi, 2014).

Dalam perencanaan tugas akhir ini menggunakan bangunan gedung Hotel Ammeerra terletak di Jalan Kebon Sirih 37 Jakarta Pusat yang memiliki perencanaan awal terdapat dinding geser. Bangunan gedung ini terdiri dari 12 lantai dan *basement* 3 lantai. Pada tugas akhir ini bangunan gedung Hotel Ammeerra direncanakan ulang dengan dan tanpa dinding geser pada wilayah gempa khusus. Selain itu, dalam perencanaan ini juga merencanakan metode pelaksanaan *basement*. Pada

pelaksanaannya sekeliling *basement* tersebut menggunakan dinding penahan tanah berupa *Secant pile*. *Secant pile* berfungsi sebagai dinding penahan tanah yang menahan tekanan tanah aktif dan pasif.

Perencanaan Hotel Ammeerra di wilayah Jakarta yang merupakan kota di Indonesia pada kondisi tanah dengan nilai respon spektra percepatan untuk perioda pendek 1.0 detik ( $S_I$ ) di batuan dasar ( $S_B$ ) sebesar 0,25 – 0,30g. Dengan ini bangunan gedung Hotel Ammeerra dapat direncanakan dengan metode SRPMK dan Sistem Ganda. Perencanaan ini diharapkan dapat membandingkan biaya pada desain struktur dengan menggunakan sistem ganda dan sistem rangka pemikul momen khusus. Dan juga diharapkan mampu memikul beban gempa dengan probabilitas keruntuhan bangunan 2% dalam 50 tahun yang direncanakan pada kategori desain seismik D berdasarkan SNI 1726-2012.

Dalam perencanaan dan perhitungan penulangan pada struktur bangunan gedung ini dilakukan dengan mengacu pada SNI 03-2847-2013 tentang perhitungan struktur beton, yaitu dengan kriteria struktur sebagai rangka pemikul momen khusus dan dinding struktural, serta dengan memperhatikan ketentuan yang tercantum pada peraturan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012). Dan juga mengacu pada SNI 03-1727-2013 tentang pembebanan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan penggunaan sistem struktur yang efisien pada perencanaan Hotel Ammeerra Jakarta?
2. Seberapa besar pengaruh biaya kedua sistem struktur yang direncanakan pada Hotel Ammeerra Jakarta?



### 1.3. Batasan Permasalahan

Batasan masalah dari tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan struktur hanya dilakukan pada 2 portal yang telah ditentukan (portal memanjang dan melintang).
2. Analisis beban gempa dilakukan dengan metode respon spektrum.
3. Perencanaan gedung ini hanya memperhitungkan segi struktural, tanpa memperhitungkan segi arsitektural.
4. Pada perencanaan gedung ini menggunakan *preliminary design* dari data proyek Hotel Ammeerra Jakarta.
5. Metode pelaksanaan yang direncanakan yaitu pada struktur *basement* Hotel Ammeerra Jakarta.
6. Pada perencanaan pondasi Hotel Ammeerra Jakarta hanya mengeluarkan gaya dalam yang bekerja tidak sampai dengan perhitungan. Perencanaan yang dimaksudkan juga tidak memperhitungkan stabilitas konstruksi *secant pile* pada sekeliling *basement* Hotel Ammeerra Jakarta.
7. Rencana anggaran biaya yang direncanakan yaitu membandingkan biaya struktur dengan dinding geser (balok, kolom, *shearwall*) dan tanpa dinding geser (balok, kolom).

### 1.4. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan penggunaan sistem struktur yang efisien pada perencanaan Hotel Ammeerra Jakarta.
2. Mengetahui pengaruh biaya kedua sistem struktur yang direncanakan pada Hotel Ammeerra Jakarta.

### 1.5. Manfaat

Manfaat dari tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu merencanakan sistem struktur yang efisien pada perencanaan Hotel Ammeerra Jakarta.
2. Mampu membandingkan biaya kedua sistem struktur yang direncanakan pada Hotel Ammeerra Jakarta.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Sebagaimana disampaikan pada acuan dalam perencanaan beton bertulang SNI 2847:2013, sistem struktur dasar penahan beban lateral secara umum dapat dibedakan atas :

#### **1. Sistem Rangka Pemikul Momen**

Sistem rangka pemikul momen adalah sistem rangka ruang dimana komponen-komponen struktur balok, kolom dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser, dan aksial (Iswandi, 2014). Dalam perencanaan bangunan gedung tahan gempa, telah ditetapkan dalam Standart Nasional Indonesia Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk bangunan gedung, bahwa sistem rangka pemikul momen dibagi dalam 3 (tiga) kelas yaitu :

- a. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)
- b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)
- c. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

#### **2. Sistem Dinding Struktural**

Sistem dinding struktural adalah dinding yang diproporsikan untuk menahan kombinasi gaya geser, momen, dan gaya aksial yang ditimbulkan gempa (Iswandi, 2014). Dinding Struktural dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Dinding Struktural Beton Biasa (SDSB)
- b. Dinding Struktural Beton Khusus (SDSK)

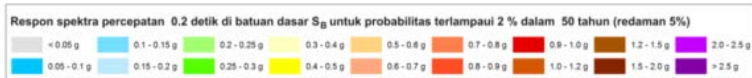
### **2.1 Kriteria Sistem Rangka Pemikul Momen**

#### **1. Penentuan Parameter $S_s$ dan $S_1$**

Dalam perencanaan pembangunan gedung parameter-parameter dasar pergerakan tanah dalam SNI Gempa adalah  $S_s$  dan  $S_1$ . Penggunaan penting kedua parameter ini adalah dalam menentukan parameter percepatan spektral desain  $S_{DS}$  dan  $S_{DI}$ . Informasi parameter  $S_s$  dan  $S_1$  didapatkan dari Peta Hazard Indonesia 2010.



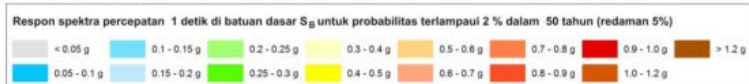
**KETERANGAN :**



Gambar 2. 1 Peta respon spektra percepatan 0.2 detik ( $S_s$ ) di batuan dasar ( $S_B$ ) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun



**KETERANGAN :**



Gambar 2. 2 Peta respon spektra percepatan 1.0 detik ( $S_1$ ) di batuan dasar ( $S_B$ ) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun

## 2. Penentuan Kategori Desain Seismik (KDS)

Informasi respon spektrum didapatkan dari 2 cara, yakni melalui *website puskim.pu.go.id* dan data tanah perencanaan. Berdasarkan kedua cara tersebut akan didapatkan data respons spektra percepatan pada periode pendek ( $S_{DS}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{D1}$ ). Hal ini akan menentukan Kategori Desain Seismik (KDS) berdasarkan Tabel 6 dan 7 sesuai SNI 1726-2012. Kecuali untuk nilai  $S_1$  lebih kecil dari 0,75 maka penentuan KDS hanya berdasarkan Tabel 6. Selain itu jenis pemanfaatan bangunan juga menentukan KDS perencanaan sesuai dengan Tabel 1 SNI 1726-2012.

Berikut merupakan penentuan jenis struktur pada beton bertulang yang dapat digunakan berdasarkan nilai KDS

Tabel 2. 1 Penentuan KDS

<b>Kategori Desain Seismik</b>	<b>Jenis Struktur yang Dapat Digunakan</b>
KDS A, B	<u>Sistem Rangka Pemikul Momen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SRPMB</li> <li>- SRPMM</li> <li>- SRPMK</li> </ul> <u>Sistem Dinding Struktural</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SDSB</li> <li>- SDSK</li> </ul>
KDS C	<u>Sistem Rangka Pemikul Momen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SRPMM</li> <li>- SRPMK</li> </ul> <u>Sistem Dinding Struktural</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SDSB</li> <li>- SDSK</li> </ul>
KDS D, E, dan F	<u>Sistem Rangka Pemikul Momen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SRPMK</li> </ul> <u>Sistem Dinding Struktural</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SDSK</li> </ul>

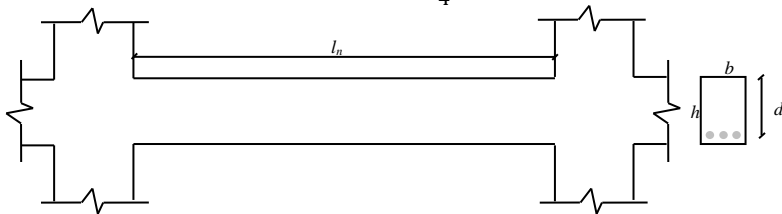
## 2.2 Persyaratan Perhitungan Komponen Struktur Bangunan dengan Metode SRPMK

### 2.2.1 Perencanaan Balok

Dalam merencanakan penulangan balok persyaratan yang digunakan sesuai dengan SNI 2847 – 2013 pasal 21.5, sedangkan untuk perencanaan kekuatan geser balok yang menahan pengaruh gaya lateral sesuai dengan SNI 2847 – 2013 pasal 21.5.4 yang memenuhi sistem rangka pemikul momen khusus yaitu:

#### 1. Persyaratan Gaya dan Geometri

- $P_u < 0,1A_g f_c'$
- $l_n \geq 4d$
- $b \geq 0,3h$
- $250 \text{ mm} < b < c + 2\left(\frac{3}{4}h\right)$



$$\frac{l_n}{d} \geq 4; \frac{b_w}{h} \geq 0,3 \text{ dan } 250 \text{ mm} < b_w < c + 2\left(\frac{3}{4}h\right)$$

Gambar 2. 3 Ketentuan Dimensi Penampang Balok

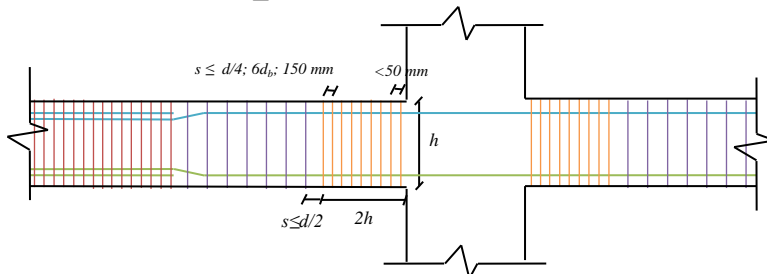
#### 2. Persyaratan Tulangan Lentur

- $0,025b_w d \geq \frac{0,25\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w d \text{ atau } \frac{1,4b_w d}{f_y}$
- $M_{n,l}^+ \geq \frac{1}{2} M_{n,l}^- \text{ dan } M_{n,r}^+ \geq \frac{1}{2} M_{n,r}^-$

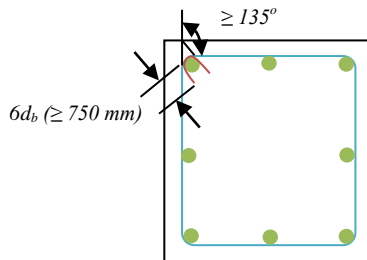


### 3. Persyaratan Tulangan Transversal

- Sengkang tertutup harus dipasang :
  - $2h$  dari muka tumpuan.
  - $2h$  pada kedua sisi yang berpotensi membentuk sendi plastis.
- Sengkang tertutup pertama harus dipasang :
  - $< 50 \text{ mm}$
- Sengkang tertutup daerah tumpuan harus dipasang :
  - $s \leq d/4$
  - $s \leq 6d_b$
  - $s \leq 150 \text{ mm}$
  - $s \leq 350 \text{ mm}$
- Sengkang tertutup tidak diperlukan, daerah lapangan harus dipasang :
  - $s \leq d/2$



Gambar 2. 6 Persyaratan Tulangan Transversal

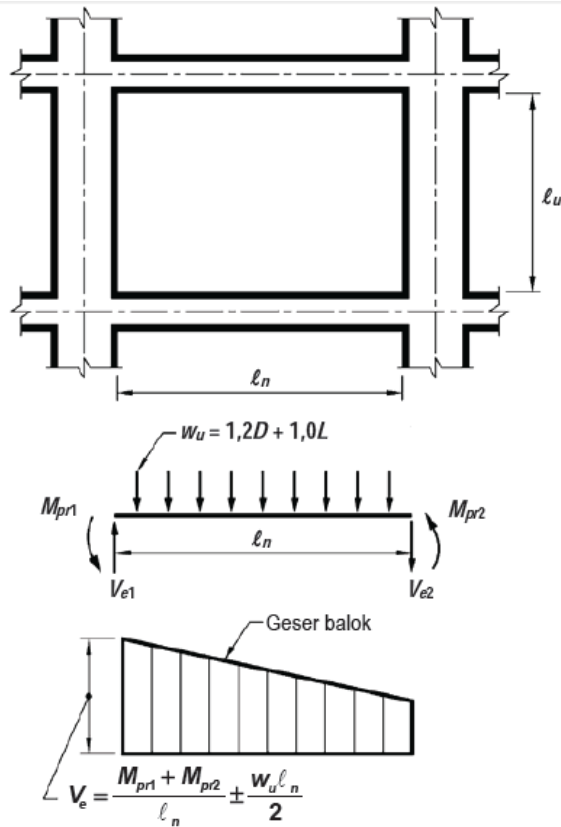


Gambar 2. 7 Persyaratan untuk Sengkang Tertutup



#### 4. Persyaratan Kekuatan Geser

- $V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{\ell_n} \pm \frac{W_u \ell_n}{2}$
- $V_c = 0$  selama :
  - $V_e \leq \frac{1}{2} V_{e,max}$
  - $P_u > A_g f_c / 20$



Gambar 2. 8 Geser Desain untuk Balok

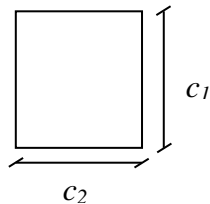
### 2.2.2 Perencanaan Kolom

Dalam merencanakan penulangan kolom persyaratan yang digunakan sesuai dengan SNI 2847 – 2013 Pasal 21.6, sedangkan untuk perencanaan kekuatan geser kolom yang menahan pengaruh gaya lateral sesuai dengan SNI 2847 – 2013 Pasal 21.6.5 yang memenuhi sistem rangka pemikul momen khusus yaitu:

#### 1. Persyaratan Geometri

$$\triangleright c \geq 300 \text{ mm}$$

$$\triangleright \frac{c_1}{c_2} \geq 0,4$$



$$c_1 \geq 300 \text{ mm}$$

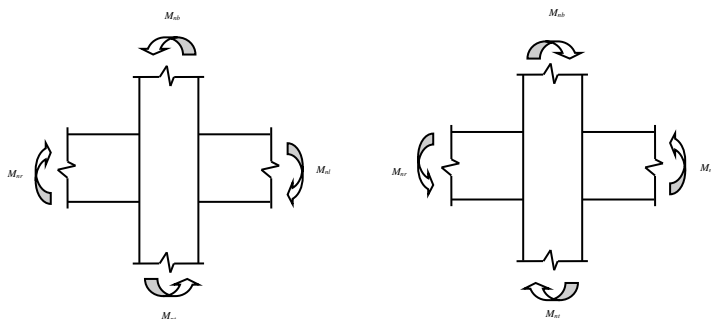
$$c_2 \geq 300 \text{ mm}$$

Jika  $c_1 < c_2$ , maka :

$$\frac{c_1}{c_2} \geq 0,4$$

Gambar 2. 9 Persyaratan Geometri Kolom

#### 2. Kekuatan Lentur Minimum Kolom

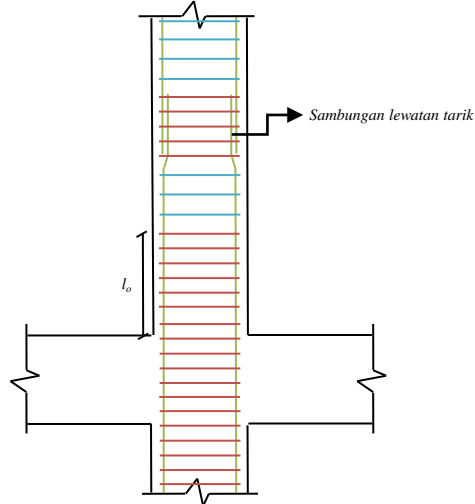


$$(M_{nl} + M_{nb}) \geq 1,2 (M_{nr} + M_{nl})$$

Gambar 2. 10 Persyaratan Kolom Kuat Balok Lemah

### 3. Persyaratan Tulangan Lentur

- $A_{st} > 0,01A_g < 0,06A_g$
- Sambungan lewatan direncanakan sesuai ketentuan seperti di bawah ini :

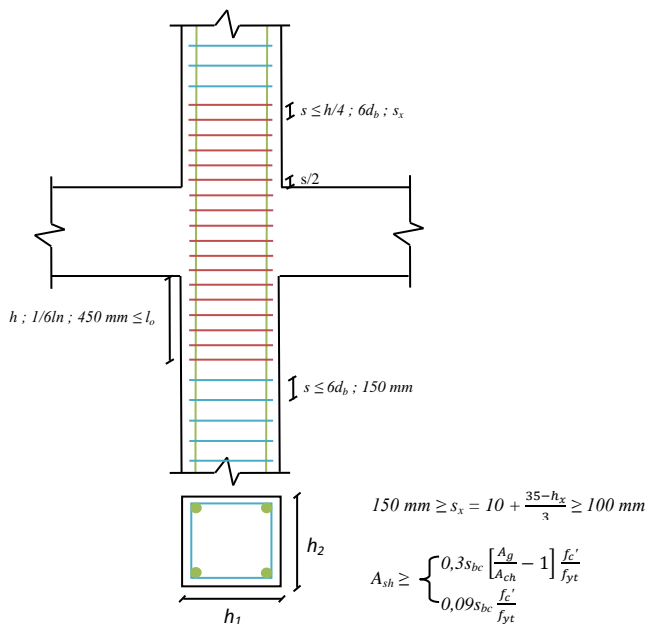


Gambar 2. 11 Sambungan Lewatan pada Kolom

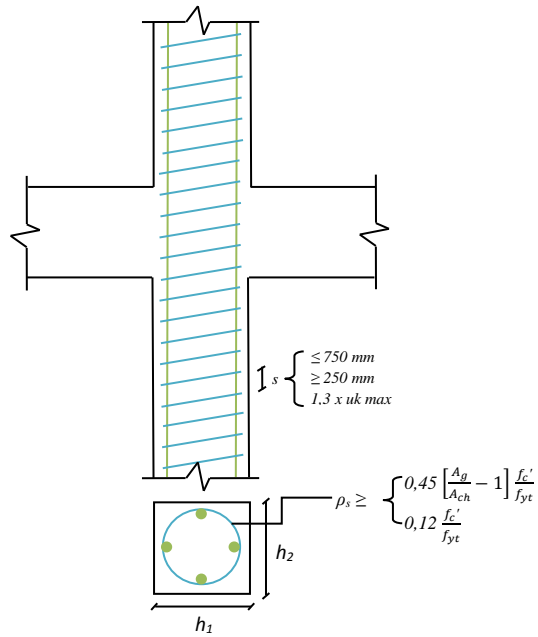
### 4. Persyaratan Tulangan Transversal

- $\rho_s > 0,12 \left( \frac{f'c}{f_{yt}} \right)$  dan  $0,45 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right)$
- $A_{sh} > 0,3 \frac{sbc f'c}{f_{yt}} \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$  dan  $0,09 \frac{sbc f'c}{f_{yt}}$
- Daerah yang berpotensi sendi plastis, harus dipasang tulangan transversal dengan ketentuan :
  - Sepanjang  $l_o$  dari setiap muka hubungan balok-kolom.
  - Sepanjang  $l_o$  pada kedua sisi dari setiap penampang yang berpotensi membentuk sendi plastis akibat deformasi lateral inelastis pada struktur rangka.

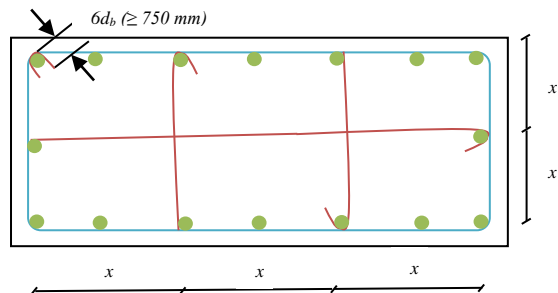
- Sepanjang daerah sambungan lewatan tulangan longitudinal kolom
- Ke dalam kepala fondasi sejauh minimum 300 mm
- Panjang  $l_o$  tidak kurang dari :
  - $h$
  - $1/6 l_n$
  - 450 mm
- Spasi  $s_o$  tidak boleh melebihi :
  - $1/4 h$
  - $6d_b$
  - $150 \text{ mm} \geq 100 + \frac{35-h_x}{3} \geq 100 \text{ mm}$
- Bila  $P_u$  melampaui  $A_g f'_c / 10$  dapat ditingkatkan menjadi  $A_g f'_c / 4$



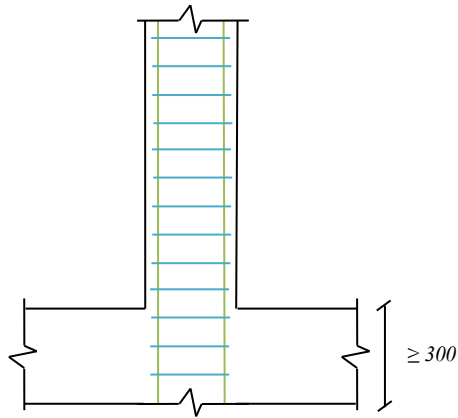
Gambar 2. 12 Persyaratan Kekangan untuk Sengkang Tertutup Persegi



Gambar 2. 13 Persyaratan Kekangan untuk Sengkan Spiral



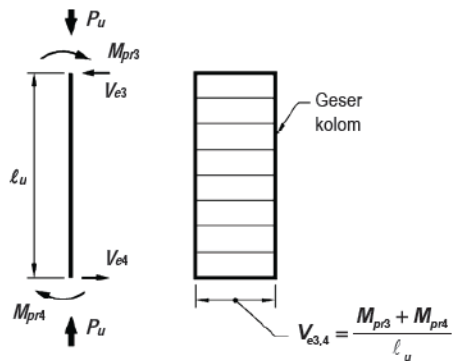
Gambar 2. 14 Contoh Tulangan Transversal pada Kolom



Gambar 2. 15 Sambungan Lewatan Kolom

### 5. Persyaratan Kekuatan Geser

- $V_e = \frac{M_{pr3} + M_{pr4}}{l_u}$
- $V_c = 0$  selama :
  - $V_e \leq \frac{1}{2} V_{e,max}$
  - $P_u > A_g f_c / 10$



Gambar 2. 16 Geser Desain untuk Kolom

### 2.2.3 Perencanaan Hubungan Balok dan Kolom

Dalam merencanakan penulangan hubungan balok-kolom persyaratan yang digunakan sesuai dengan SNI 2847 – 2013 pasal 21.7, sedangkan untuk perencanaan kekuatan geser hubungan balok-kolom yang menahan pengaruh gaya lateral sesuai dengan SNI 2847 – 2013 pasal 21.7.4 yang memenuhi sistem rangka pemikul momen khusus yaitu:

#### 1. Persyaratan Gaya dan Geometri

- Gaya-gaya pada tulangan lentur ditentukan berdasarkan  $1,25f_y$ .
- Faktor reduksi diambil sebesar 0,8.
- Untuk beton normal,  $\text{dimensi}_{\text{kolom}} > 20d_{b, \text{balok}}$ .
- Untuk beton ringan,  $\text{dimensi}_{\text{kolom}} > 26d_{b, \text{balok}}$ .

#### 2. Persyaratan Tulangan Transversal

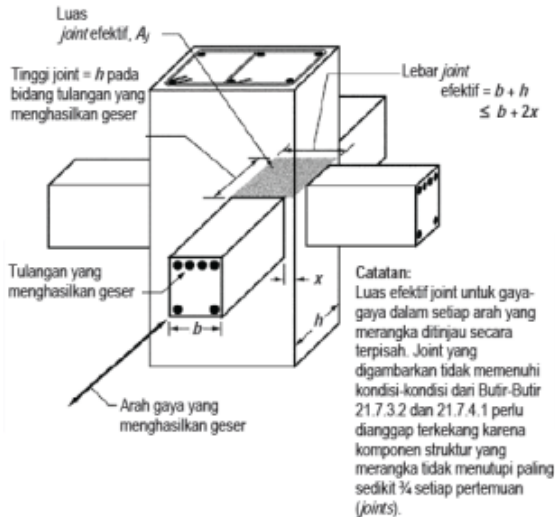
- Tulangan transversal seperti sengkang tertutup harus dipasang juga di daerah hubungan balok-kolom (HBK).
- Bila  $b_{\text{balok}} = \frac{3}{4} b_{\text{kolom}}$  maka tulangan transversal harus dipasang  $\frac{1}{2}$  dari yang dipasang di daerah sendi plastis kolom. Tulangan transversal ini harus dipasang mulai dari sisi terbawah balok yang merangka ke hubungan tersebut. Spasi tulangan transversal pada kondisi ini dapat diperbesar menjadi 150 mm.

#### 3. Kekuatan Geser

- Untuk beton berat normal,  $V_{jn}$  tidak boleh diambil sebagai yang lebih besar dari nilai :
  - Untuk *joint* yang terkekang oleh balok-balok pada semua empat muka .....  $1,7 \sqrt{f_c} A_j$
  - Untuk *joint* yang terkekang oleh balok-balok pada tiga muka atau pada dua muka yang

berlawanan

- ..... $1,2 \sqrt{f_c} A_j$   
 ○ Untuk kasus-kasus lainnya  
 ..... $1,0 \sqrt{f_c} A_j$



Gambar 2. 17 Luas Joint Efektif

- Lebar joint efektif kolom tidak boleh melebihi dari :
- $b + h$
  - $b + 2x$

#### 4. Panjang Penyaluran Batang Tulangan dalam Kondisi Tarik

- Bila digunakan tulangan berkait, untuk Ø10 mm – D36 mm maka  $l_{dh} = \frac{f_y d_b}{5,4 \sqrt{f_c}} > 8d_b$ , 150 mm untuk tulangan tarik dengan kait standar 90° dalam beton normal



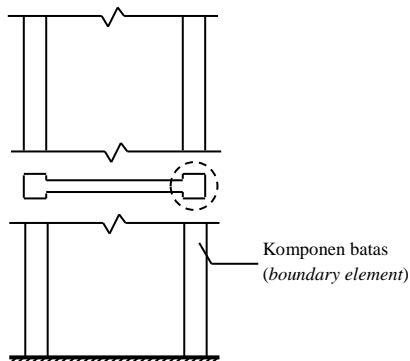
- Bila digunakan tulangan tanpa kait, untuk  $\varnothing 10$  mm – D36 mm maka  $l_{dh} = \frac{f_y d_b}{5,4 \sqrt{f_c'}}$  tidak boleh diambil lebih kecil dari :
  - $2,5l_{dh}$  (bila ketebalan pengecoran beton di bawah tulangan tersebut kurang dari 300 mm) dan
  - $3,5l_{dh}$  (bila ketebalan pengecoran beton di bawah tulangan tersebut melebihi 300 mm).

## 2.3 Persyaratan Perhitungan Komponen Struktur Bangunan dengan Metode SDKS

Dalam merencanakan penulangan *shearwall* persyaratan yang digunakan sesuai dengan SNI 2847 – 2013 pasal 21.9.2, sedangkan untuk perencanaan kekuatan geser *shearwall* yang menahan pengaruh gaya lateral sesuai dengan SNI 2847 – 2013 pasal 21.9.4 yang memenuhi sistem dinding struktural khusus yaitu:

### 1. Persyaratan penulangan

Rasio penulangan vertikal dan horisontal minimum pada dinding struktural ditetapkan sebesar 0,0025. Spasi tulangan dibatasi maksimum 450 mm.



Gambar 2. 18 Persyaratan Penulangan Badan Dinding Beton Struktural

## 2. Persyaratan Geser

Perencanaan dinding geser sebagai elemen struktur penahan beban gempa pada gedung bertingkat bisa dilakukan dengan konsep gaya dalam (yaitu dengan hanya meninjau gaya-gaya dalam yang terjadi akibat kombinasi beban gempa) atau dengan konsep desain kapasitas.

### ➤ Konsep Gaya Dalam

Kuat geser perlu dinding struktural,  $V_u$ , diperoleh dari analisis beban lateral dengan faktor beban yang sesuai, sedangkan kuat geser nominal,  $V_n$ , dinding struktural harus memenuhi :

$$V_n = A_{cv} \left( \alpha_c \lambda \sqrt{f_c'} + \rho_t f_y \right)$$

### ➤ Konsep Desain Kapasitas

Kuat geser rencana pada penampang di dasar dinding, sehubungan dengan adanya pembesaran momen yang mungkin terjadi, dihitung dengan persamaan berikut :

$$V_u = \omega_d 0,7 \frac{M_{kap}}{M_E} V_E$$

## 3. Perencanaan terhadap Beban Lentur dan Aksial

Beton dan tulangan longitudinal dalam daerah lebar efektif sayap dinding (dinding T atau L atau I), komponen batas, dan badan dinding harus dianggap efektif dalam menahan beban lentur yang bekerja. Berdasarkan SNI Beton, lebar efektif sayap dinding yang dianggap efektif menahan beban lentur adalah setebal badan dinding ditambah nilai terkecil dari setengah jarak bersih antara dinding-dinding yang bersebelahan atau seperempat tinggi total dinding.

### ➤ Komponen Batas Khusus (KBK)

Komponen batas pada suatu dinding merupakan bagian pada tepi-tepi dinding yang diperkuat secara khusus. Komponen batas pada dasarnya tidak harus diberi ketebalan melebihi tebal dinding. Kebutuhan

batas di tepi-tepi dinding struktural harus dievaluasi berdasarkan persyaratan :

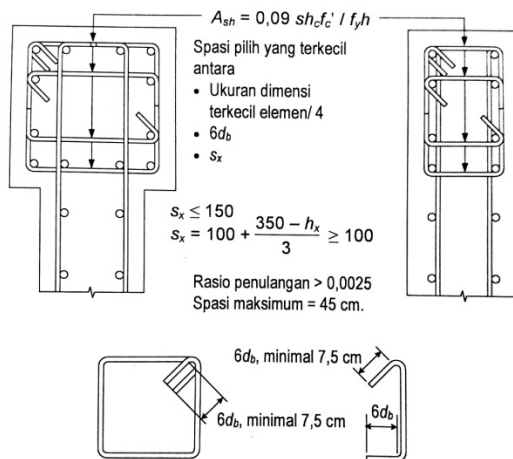
- Kombinasi momen dan gaya aksial terfaktor yang bekerja pada dinding geser melebihi :

$$\frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u y}{I} > 0,2f'_c$$

- Jarak  $c$  dari serat terluar zona kompresi lebih besar dari

$$c > \frac{I_w}{600 \frac{\delta_u}{h_w}}$$

Besaran  $\delta_u/h_w$  dalam persamaan diatas tidak boleh kurang dari 0,007.



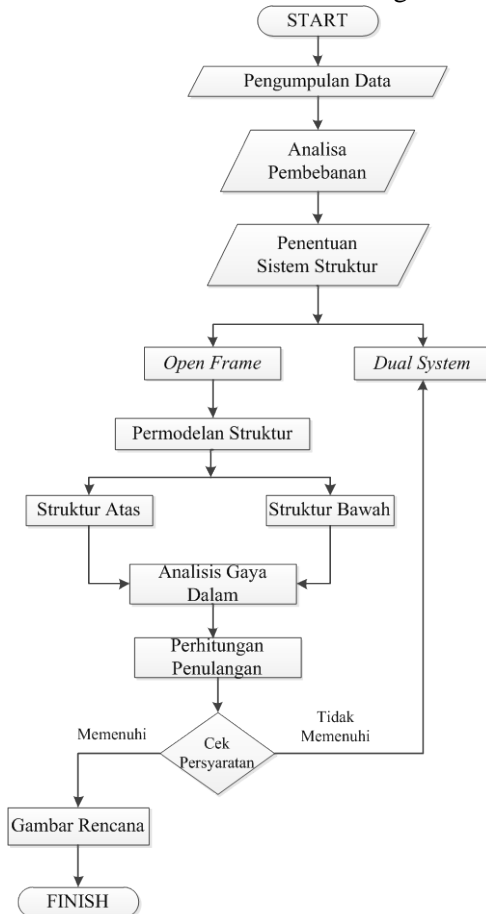
Gambar 2. 19 Penulangan untuk Komponen Batas Khusus

- ❖ Bila komponen batas diperlukan, ketentuan berikut ini harus dipenuhi :

- Komponen batas harus menerus secara horizontal dari sisi serat tekan terluar sejarak tidak kurang dari  $(c - 0,1I_w)$  dan  $c/2$ .
  - Pada daerah penampang berflens (bersayap), komponen batas harus mencakup lebar efektif flens pada sisi tekan dan harus menerus setidaknya 300 mm ke dalam web.
  - Tulangan transversal komponen batas khusus harus memenuhi persyaratan yang berlaku untuk kolom.
  - Tulangan horizontal pada badan dinding harus diangkur di dalam inti beton yang terkekang pada komponen batas agar tulangan horizontal tersebut dapat mengembangkan kuat lelehnya,  $f_y$ .
  - Rasio tulangan longitudinal di daerah komponen batas khusus tidak boleh kurang dari 0,5%.
- ❖ Bila komponen batas tidak diperlukan, ketentuan berikut ini harus dipenuhi :
- Bila rasio tulangan utama pada tepi dinding melebihi  $2,8/f_y$ , maka harus dipasang tulangan transversal pada daerah tepi dinding sesuai dengan ketentuan tulangan transversal kolom. Spasi maksimum tulangan transversal tersebut tidak boleh lebih dari 200 mm.
  - Kecuali bila  $V_u$  pada bidang dinding lebih kecil dari  $0,83 A_{cv} \sqrt{f'_c}$ , maka tulangan horizontal yang berhenti di tepi dinding struktural tanpa komponen batas harus memiliki kait standar yang mengait pada tulangan tepi atau tulangan tepi tersebut harus dilingkupi oleh sengkang jenis “U” yang memiliki ukuran dan spasi yang sama dengan tulangan horizontal, dan disambungkan dengan tulangan horizontal.

### BAB III METODOLOGI

Langkah-langkah dalam Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Hotel Ammeerra Jakarta dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Flowchart Perencanaan Struktur Bangunan

### 3.1 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam perencanaan adalah :

1. Data tanah

Data tanah berupa data Borlog dan SPT Proyek Hotel Ammeerra Jakarta.

2. Data-data teknis proyek

Data Proyek pembangunan gedung Struktur Hotel Ammeerra Jakarta sebagai berikut :

Nama Proyek : Proyek Hotel Ammeerra Jakarta  
 Lokasi Proyek : Jalan Kebon Sirih 37 Jakpus  
 Jumlah Lantai : 12 lantai dan *basement*  
 Tinggi Bangunan : 52,35 m  
 Struktur Atap : Pelat beton  
 Struktur Bangunan : Beton bertulang

Data Bahan

Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 30 MPa  
 Mutu Baja tulangan geser ( $f_y$ ) : 240 MPa  
 Mutu Baja tulangan lentur ( $f_y$ ) : 400 MPa

3. Gambar arsitektur dan struktural

4. Peraturan-peraturan yang digunakan

Tabel 3. 1 Peraturan yang Digunakan

NO.	PERATURAN	TENTANG
1	SNI 2847-2013	Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung
2	SNI 1726-20112	Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
3	SNI 1727-2013	Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain

4	Peta Hazard 2010	Peta Hazard Gempa Indonesia 2010
5	PBBI 1971	Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971

### 3.2 Analisa Pembebanan

Perhitungan beban-beban yang bekerja pada struktur berdasarkan Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 03-1727-2013).

Analisa pembebanan struktur adalah sebagai berikut :

#### 3.2.1 Beban Mati

Penentuan beban mati struktur bangunan sebagai berikut :

- a. Beban mati pada pelat lantai, terdiri dari :
  - Beban sendiri pelat
  - Beban keramik
  - Beban spesi
  - Beban plafond dan penggantung
  - Beban pemipaan air bersih dan kotor
  - Beban instalasi listrik
- b. Beban mati pada balok, terdiri dari :
  - Berat sendiri balok
  - Beban mati pelat atap/ pelat lantai
  - Beban dinding
  - Beban acian
- c. Beban mati pada atap, terdiri dari :
  - Beban sendiri pelat
  - Beban aspal
  - Beban plafond dan penggantung
  - Beban pemipaan air bersih dan kotor
  - Beban instalasi listrik
- d. Beban mati pada tangga, terdiri dari :
  - Beban sendiri pelat tangga
  - Beban anak tangga
  - Berat sendiri pelat bordes

- Beban keramik
- Beban spesi
- Beban *hand-railling*

### 3.2.2 Beban Hidup

Beban hidup struktur bangunan ditentukan sebagai berikut :

- a. Beban hidup pada atap gedung :
  - ⇒ Ditentukan berdasarkan SNI 03-1727-2013 pasal 4.8.2
- b. Beban hidup pada lantai gedung :
  - ⇒ Ditentukan sesuai dengan SNI 03-1727-2013 pada tabel 4-1
- c. Beban hidup pada tangga
  - ⇒ Ditentukan sesuai dengan SNI 03-1727-2013 pasal 4.5.4.

### 3.2.3 Beban Angin

- ⇒ Ditentukan sesuai dengan SNI 03-1727-2013 pasal 26.1.2.1.

### 3.2.4 Beban gempa

- ⇒ Ditentukan dengan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 1726-2012).

## 3.3 Pemodelan Struktur

### 1) Lingkup Perencanaan

Struktur bangunan yang akan dianalisa dalam perencanaan bangunan gedung Hotel Ammeerra Jakarta ini diantaranya yaitu sebagai berikut :

- a. Struktur Primer
  - Balok
  - Kolom
  - *Shearwall*



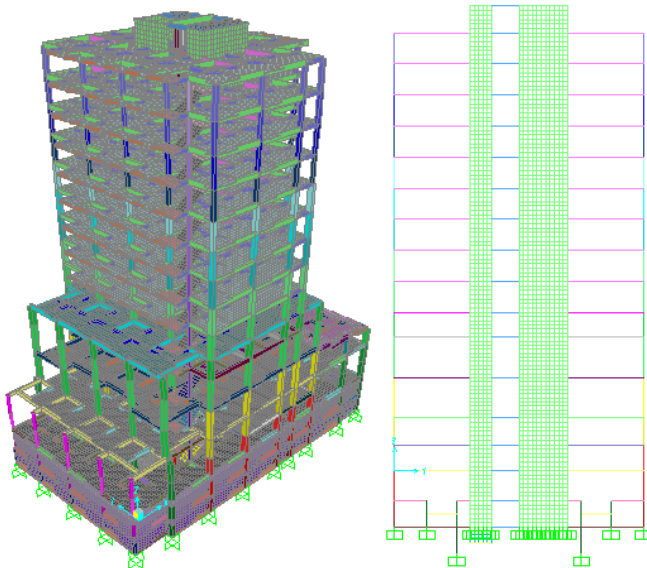
b. Struktur Sekunder

- Pelat
- Tangga
- *Ramp*

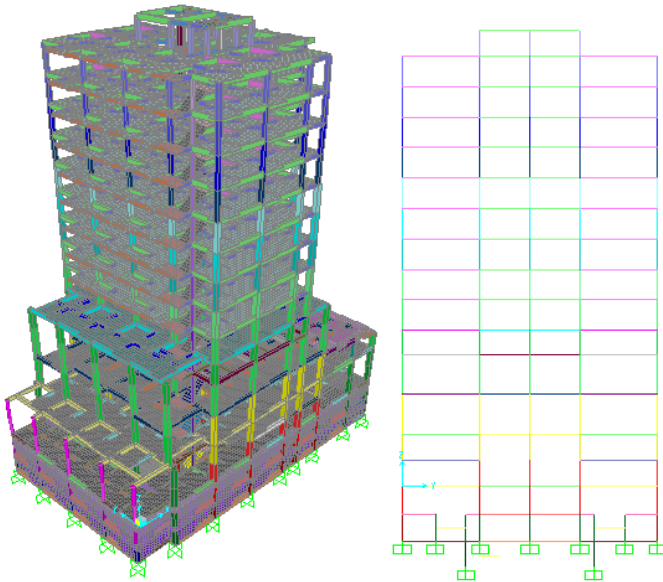
2) Deskripsi Model Bangunan

Struktur bangunan gedung Hotel Ammeerra Jakarta dimodelkan dalam bentuk tiga dimensi, pada perencanaan ini bangunan gedung Hotel memiliki 12 lantai dan *basement* dengan diasumsikan perletakan jepit pada dasar gedung guna mendapatkan gaya untuk melakukan perhitungan pada struktur pondasi.

Pada bagian atap gedung ini menggunakan pelat beton. Pembebanan yang terjadi pada pelat lantai, pelat atap dan pelat tangga dibedakan karena memiliki tebal yang berbeda.



Gambar 3. 2 Model Perencanaan Struktur Hotel Ammeerra Jakarta dengan Sistem Ganda



Gambar 3. 3 Model Perencanaan Struktur Hotel Ammeerra Jakarta dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

### 3.4 Analisa Gaya Dalam

Nilai gaya dalam diperoleh dari program bantuan SAP 2000 dengan kombinasi pembebanan sebagai berikut :

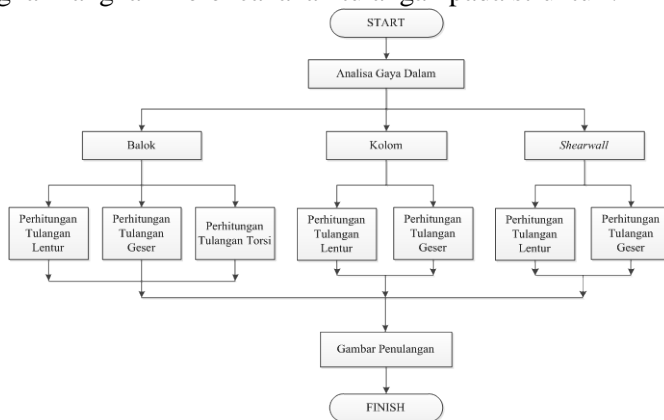
1.  $1,4 D$
2.  $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
3.  $1,2 D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (1,0L \text{ atau } 0,5W)$
4.  $1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
5.  $0,9 D + 1,6 W$
6.  $1,2 D + 1,0 E + 1,0 L$
7.  $0,9 D + 1,0 E$

Dari kombinasi pembebanan yang telah di input pada permodelan struktur SAP 2000 diambil nilai yang terbesar untuk mengetahui tulangan sesuai dengan gaya maksimum yang terjadi.

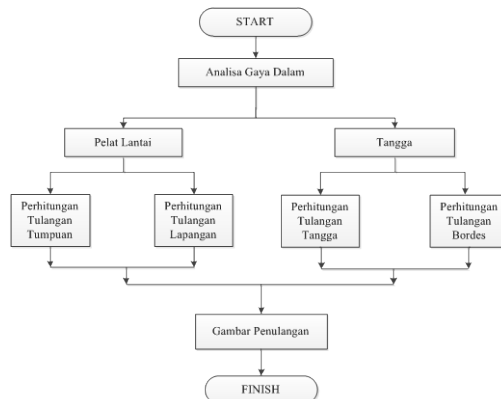
### 3.5 Perhitungan Tulangan

Penulangan dihitung berdasarkan SNI 2847-2013 dengan memperhatikan standar penulangan-penulangan serta menggunakan data-data yang diperoleh dari *output* SAP 2000. Perhitungan penulangan dilakukan pada struktur sekunder dan primer yakni : pelat, tangga, balok dan kolom, *shearwall*.

Langkah-langkah merencanakan tulangan pada struktur :



Gambar 3. 4 *Flowchart* Perhitungan Struktur Primer



Gambar 3. 5 *Flowchart* Perhitungan Struktur Sekunder

### 3.6 Gambar Perencanaan

- a) Gambar arsitektur, terdiri dari :
  - ✓ Gambar denah
  - ✓ Gambar tampak
  
- b) Gambar struktural, terdiri dari :
  - ✓ Gambar potongan
    - Memanjang
    - Melintang
  - ✓ Gambar denah
    - Sloof
    - Pelat
    - Balok
    - Kolom
  - ✓ Gambar penulangan
    - Sloof
    - Pelat
    - Balok
    - Kolom
    - *Shearwall*
  - ✓ Gambar detail

Gambar detail panjang penyaluran meliputi :

    - Panjang penyaluran pelat dan tangga
    - Panjang penyaluran balok
    - Panjang penyaluran kolom

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Perhitungan Pembebanan**

##### **4.1.1 Beban Mati**

Beban mati struktur bangunan ditentukan sebagai berikut :

- a. Beban mati pada pelat lantai, terdiri dari :
  - Beban sendiri pelat
  - Beban keramik (ukuran 30x30) = 15 kg/m<sup>2</sup>
  - Beban spesi (t = 2 mm)  
(Mu-450 Perekat Keramik Lantai) = 5 kg/m<sup>2</sup>
  - Beban plafond rangka hollow = 8,51 kg/m<sup>2</sup>
  - Beban pemipaan air bersih dan kotor = 25 kg/m<sup>2</sup>
  - Beban instalasi listrik = 40 kg/m<sup>2</sup>
- b. Beban mati pada balok, terdiri dari :
  - Berat sendiri balok
  - Beban mati pelat atap/ pelat lantai
  - Beban dinding  
(Bata Ringan Citicon t = 10 cm) = 60 kg/m<sup>2</sup>
  - Beban acian (t = 1,5 mm)  
(Mu-200 Acian Plesteran) = 2 kg/m<sup>2</sup>
- c. Beban mati pada atap, terdiri dari :
  - Berat sendiri pelat
  - Beban aspal (t = 20 mm)  
(Cold Mix Asphalt) = 33,33 kg/m<sup>2</sup>
  - Beban plafond rangka hollow = 8,51 kg/m<sup>2</sup>
  - Beban pemipaan air bersih dan kotor = 25 kg/m<sup>2</sup>
  - Beban instalasi listrik = 40 kg/m<sup>2</sup>
- d. Beban mati pada tangga, terdiri dari :
  - Beban sendiri pelat tangga
  - Beban anak tangga
  - Berat sendiri pelat bordes

- Beban keramik (ukuran 30x30) =  $15 \text{ kg/m}^2$
- Beban spesi ( $t = 2 \text{ mm}$ )  
(Mu-450 Perakat Keramik Lantai) =  $5 \text{ kg/m}^2$
- Beban *hand-railling* =  $10 \text{ kg/m}^2$

#### 4.1.2 Beban Hidup

Beban hidup struktur bangunan ditentukan sebagai berikut :

a. Beban hidup pada atap gedung :

- Beban atap datar =  $88,8 \text{ kg/m}^2$

⇒ Ditentukan berdasarkan SNI 03-1727-2013 pasal 4.8.2 yang menjelaskan bahwa beban hidup atap harus direduksi dengan rumus :

$$L_r = L_0 \cdot R_1 \cdot R_2 \text{ dimana}$$

$$0,58 \leq L_r \leq 0,96$$

$$\rightarrow L_0 = 96 \text{ kg/m}$$

dimana nilai berdasarkan beban atap desain tanpa reduksi sesuai Tabel 4-1 SNI 03-1727-2013

$$\rightarrow R_1 = 1,2 - 0,011A_T$$

$$R_1 = 1,2 - 0,011(25 \text{ m}^2) = 0,925$$

dimana nilai  $R_1$  berdasarkan luas pelat yang diapit komponen struktur lain (diambil luasan pelat terbesar)

$$A_T = (5 \text{ m})(5 \text{ m}) = 25 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow R_2 = 1$$

dimana nilai  $R_2$  berdasarkan kemiringan atap

$$F = 0,12 \times \text{kemiringan} = 0,12 \times 0^\circ = 0, \text{ dimana}$$

$$R_2 = 1 \text{ untuk } F \leq 4$$

$$R_2 = 1,2 - 0,05F \text{ untuk } 4 \leq F \leq 12$$

$$R_2 = 0,6 \text{ untuk } F \leq 12$$

$$\text{Jadi } L_r = L_0 \cdot R_1 \cdot R_2$$

$$L_r = \left(96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) (0,925) (1) = 88,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

b. Beban hidup pada lantai gedung :

- Ruang kantor =  $240 \text{ kg/m}^2$
- Lahan parkir =  $192 \text{ kg/m}^2$
- Lobby =  $479 \text{ kg/m}^2$
- Restoran =  $479 \text{ kg/m}^2$
- Kolam renang =  $359 \text{ kg/m}^2$
- Hotel =  $192 \text{ kg/m}^2$

c. Beban hidup pada tangga

- Beban tangga =  $133 \text{ kg/m}^2$

⇒ Beban dari fungsi bangunan sesuai dengan SNI 03-1727-2013 pasal 4.5.4 yang dibebani setiap jarak 3048 mm dari tinggi tangga.

d. Beban hidup pada lift

- Beban Lift car size  $1500 \times 2000$  = 20700 kg

Beban Reaksi Ruang Mesin :

$$R_1 = 7800 \text{ kg}$$

$$R_2 = 6000 \text{ kg}$$

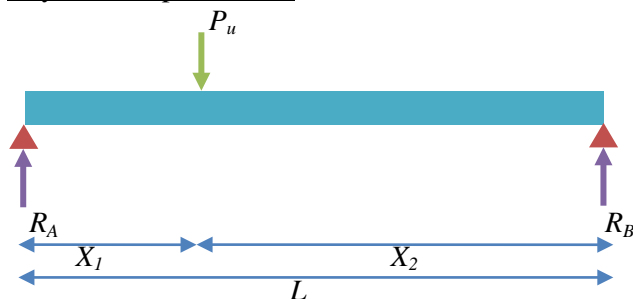
$$\text{Panjang balok anak, } L = 2,65 \text{ m}$$

Beban Terpusat :

$$R_A = R_1 * K_{LL} = R_1 * (1+50\%) = 11700 \text{ kg}$$

$$R_B = R_2 * K_{LL} = R_2 * (1+50\%) = 9000 \text{ kg}$$

Gaya Dalam pada Balok



Momen :

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A * L - P_u * X_2 = 0$$

$$P_u = \frac{31005}{X_2}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_B * L + (P_u * (L - X_2)) = 0$$

$$X_2 = 1,498 \text{ m}$$

$$X_1 = L - X_2 = 1,152 \text{ m}$$

$$\therefore P_u = \frac{31005}{1,498} = 20700 \text{ kg}$$

- Beban Lift car sizzle 1600 x 1500 = 14625 kg

Beban Reaksi Ruang Mesin :

$$R_1 = 5450 \text{ kg}$$

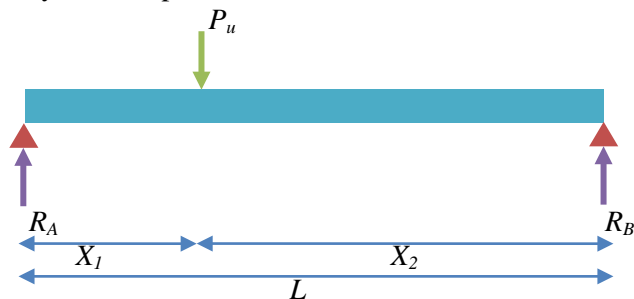
$$R_2 = 4300 \text{ kg}$$

$$\text{Panjang balok anak, } L = 2,3833 \text{ m}$$

Beban Terpusat :

$$R_A = R_1 * K_{LL} = R_1 * (1+50\%) = 8175 \text{ kg}$$

$$R_B = R_2 * K_{LL} = R_2 * (1+50\%) = 6450 \text{ kg}$$

Gaya Dalam pada BalokMomen :

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A * L - P_u * X_2 = 0$$



$$\begin{aligned}
 P_u &= \frac{19483,4775}{X_2} \\
 \Sigma M_A &= 0 \\
 -R_B * L + (P_u * (L - X_2)) &= 0 \\
 X_2 &= 1,332 \text{ m} \\
 X_1 &= L - X_2 = 1,051 \text{ m} \\
 \therefore P_u &= \frac{19483,4775}{1,332} = 14625 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### 4.1.3 Beban Hujan

Beban hujan rencana struktur bangunan ditentukan sebagai berikut :

- Beban hujan  $= 49 \text{ kg/m}^2$   
 $\Rightarrow$  Ditentukan berdasarkan SNI 03-1727-2013 pasal 8.3 yang menjelaskan bahwa beban hujan direncanakan dengan rumus :

$$R = 0,0098(d_s + d_h)$$

Dimana  $d_s$  dan  $d_h = 25 \text{ mm}$

$$\text{Jadi } R = 0,0098(25\text{mm} + 25\text{mm})$$

$$R = 0,49 \frac{kN}{m^2} = 49 \frac{kg}{m^2}$$

#### 4.1.4 Beban Angin

Beban angin struktur bangunan ditentukan sebagai berikut :

- $\Rightarrow$  Beban angin harus diambil dengan prosedur sesuai SNI 03-1727-2013 pasal 26.1.2.1. Berdasarkan pasal berikut ditetapkan prosedur pengarah untuk pemilihan perhitungan beban angin pada tugas akhir ini. Prosedur pengarah ini diperuntukkan untuk semua ketinggian bangunan.
- $\Rightarrow$  Prosedur pengarah disyaratkan dalam pasal 27  
 Berikut langkah-langkah untuk menentukan beban angin pada SPBAU Bangunan Gedung dari Semua Ketinggian :

**Langkah 1** : Tentukan kategori risiko bangunan gedung atau struktur lain, lihat Tabel 1.5-1

⇒ Sesuai persyaratan yang ada bangunan gedung tergolong kategori risiko II

**Langkah 2** : Tentukan kecepatan angin dasar,  $V$ , untuk kategori risiko yang sesuai

⇒  $V = 18,5 \text{ km/jam} = 5,14 \text{ m/s}$   
([bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca.bmkg](http://bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca.bmkg))

**Langkah 3** : Tentukan parameter beban angin :

Faktor arah angin,  $K_d$ , lihat Pasal 26.6 dan Tabel 26.6-1

⇒  $K_d = 0,85$

Kategori eksposur B, C atau D, lihat Pasal 26.7

⇒ Eksposur B (daerah perkotaan dan pinggiran kota)

Faktor topografi,  $K_{zt}$ , lihat Pasal 26.8 dan Tabel 26.8-1

⇒  $K_{zt} = 1,0$  (pasal 26.8.2)

Klasifikasi ketertutupan, lihat Pasal 26.10

⇒ Bangunan gedung tergolong tertutup

Faktor efek tiupan angin,  $G$ , lihat Pasal 26.9

⇒  $G = 0,85$  (pasal 26.9.1)

Koefisien tekanan internal, ( $GC_{pi}$ ) lihat Pasal 26.11 dan Tabel 26.11-1

⇒  $GC_{pi} = + 0,18 ; - 0,18$

**Langkah 4** : Tentukan koefisien eksposur tekanan velositas,  $K_z$  atau  $K_h$ , lihat Tabel 28.3-1

⇒  $K_z = 1,13$

Dimana

$z = 49,35 \text{ m}$

$z_g = 365,8 \text{ m}$

$\alpha = 7$

$$\begin{aligned}
 15 \text{ ft} &< z < z_g \\
 15 &< 45,93 < 1200 && \text{(dalam feet)} \\
 4,6 &< 49,35 < 365,8 && \text{(dalam meter)}
 \end{aligned}$$

Maka

$$K_z = 2,01 \left( \frac{z}{z_g} \right)^{\frac{2}{\alpha}}$$

$$K_z = 2,01 \left( \frac{49,35}{365,8} \right)^{\frac{2}{7}}$$

$$K_z = 1,13$$

**Langkah 5** : Tentukan tekanan velositas,  $q_z$  atau  $q_h$   
 Persamaan 27.3-1

$$\Rightarrow q_z = 15,61 \text{ N/m}^2$$

Dimana

$$q_z = 0,613 K_z K_{zt} K_d V^2$$

$$q_z = 0,613 (1,13) (1,0) (0,85) (5,14)^2$$

$$q_z = 15,61 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

**Langkah 6** : Tentukan koefisien tekanan eksternal,  $C_p$  atau  $C_N$ , lihat Gambar 27.4-1

$$\Rightarrow C_p = 0,36 \text{ (interpolasi) , untuk sisi angin pergi}$$

$$\Rightarrow C_p = 0,8 \text{ , untuk sisi angin datang}$$

$$\Rightarrow C_p = 0,7 \text{ , untuk sisi angin tepi}$$

**Langkah 7** : Hitung tekanan angin,  $p$ , dari persamaan 27.4-1

$$p = q(GC_p) - q_i(GC_{pi})$$

$$\Rightarrow p = 7,8 \text{ N/m}^2 \text{ , untuk sisi angin pergi}$$

$$\Rightarrow p = 2,03 \text{ N/m}^2 \text{ , untuk sisi angin datang}$$

$$\Rightarrow p = 6,48 \text{ N/m}^2 \text{ , untuk sisi angin tepi}$$

#### 4.1.5 Beban Gempa

Beban gempa struktur bangunan ditentukan sebagai berikut :

- ⇒ Perhitungan gempa pada bangunan ini dihitung dengan metode statik ekuivalen dengan mempertimbangkan kondisi bangunan yang beraturan. Sehingga gaya gempa dibagi berdasarkan titik-titik utama sepanjang bangunan. Analisa pembebanan gempa bangunan sesuai dengan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 1726-2012).
- ⇒ Perhitungan beban gempa dengan metode analisa respons spektrum dilakukan dengan menggunakan perhitungan gempa secara manual dan disesuaikan dengan kota dimana bangunan tersebut akan dibangun. Perhitungan beban gempa dihitung sesuai dengan SNI 1726-2012 dan peta Hazard Gempa Indonesia 2010.
- ⇒ Adapun analisa gaya dalam dengan kombinasi pembebanan sebagai berikut :

##### Pengaruh Beban Horizontal

$$E_h = \rho Q_E$$

*SNI 1726-2012 pasal 7.4.2.1 pers. 16*

Dengan :

$$\rho = 1,3 \text{ (SNI 1726-2012 pasal 7.3.4.2)}$$

##### Pengaruh Beban Vertikal

$$E_v = 0,2 S_{DS} D$$

*SNI 1726-2012 pasal 7.4.2.2 pers. 17*

$$\Rightarrow E_v = 0,2(0,607)D = 0,1214D$$

##### Kombinasi Beban Gempa

Kombinasi dasar untuk desain kekuatan

1.  $(1,2 + 0,2 S_{DS})D + \rho Q_E + L$   
 $(1,2 + 0,1214)D + 1,3 Q_E + L$   
 $(1,3214)D + 1,3 Q_E + L$

$$\begin{aligned}
 2. \quad & (0,9 - 0,2S_{DS})D + \rho Q_E + 1,6H \\
 & (0,9 - 0,1214)D + 1,3Q_E \\
 & (0,7786)D + 1,3Q_E
 \end{aligned}$$

⇒ Berikut langkah-langkah pembebanan gempa dengan respons spectrum pada SAP 2000

1. Menghitung nilai SPT rata-rata ( $\bar{N}_{SPT}$ )

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

*SNI 1726-2012 pasal 5.4.2 pers. 2*

Tabel 4. 1 Perhitungan Nilai N-SPT

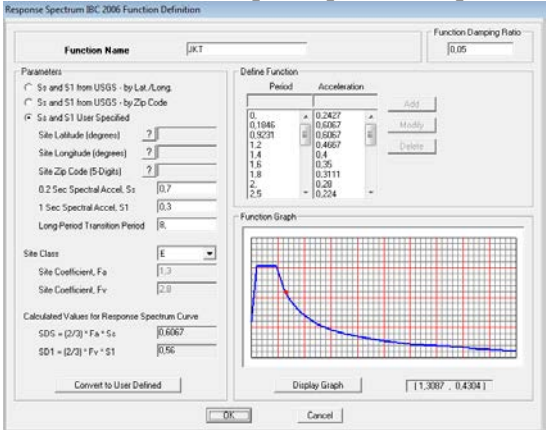
Data Tanah				
Lapisan ke $i$	Tebal Lapisan (m)	Deskripsi Jenis Tanah	Nilai N-SPT	Nilai $\bar{N}$ -SPT
1	10	Lanau Kelempungan	3	6,4
			2	
			3	
			4	
			20	
2	8	Pasir sedikit Lanau	22	24
			26	
			24	
3	2	Kerikil, Pasir, Lanau	3	3
4	3	Lanau Kelempungan dengan Pasir	3	3,5
			4	
5	4	Pasir sedikit Lanau	22	23
			24	
6	3	Lanau Kelempungan	5	6,5
			8	
7	10	Pasir sedikit Lanau dan Kerikil	28	51,8
			80	
			38	
			54	
			59	

Tabel 4. 2 Perhitungan Hasil Nilai N-SPT

Lapisan ke <i>i</i>	Tahapan Penetrasi Standar		
	<i>d<sub>i</sub></i>	<i>N<sub>i</sub></i>	<i>d<sub>i</sub>/N<sub>i</sub></i>
1	10	6,4	1,563
2	8	24	0,333
3	2	3	0,667
4	3	3,5	0,857
5	4	23	0,174
6	3	6,5	0,462
7	10	51,8	0,193
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>118,20</b>	<b>4,248</b>

$$\Rightarrow \bar{N} = \frac{40}{4,248} = 9,4$$

- 2. Menentukan Kelas Situs Tanah sesuai Tabel 3 pada SNI 1726-2012.  
⇒ Untuk nilai  $\bar{N} = 9,4$  maka dikategorikan SE (tanah lunak) dengan  $\bar{N} < 15$
- 3. Mengatur tipe respon spektrum dengan IBC 2006,  $S_s = 0,7$  dan  $S_l = 0,3$ , Site Class = E. Kemudian pada SAP 2000 akan terbentuk respons spektrum seperti berikut



Gambar 4. 2 Grafik Spektrum Respons Gempa 2500 tahun

4. Mengatur pembebanan respond spektrum pada SAP 2000.

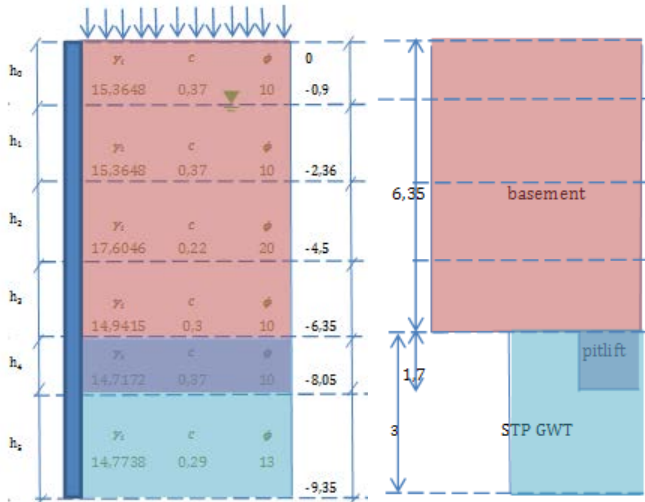
$$\text{Load Factor} = \frac{1}{R} g$$

$R = 7$  untuk sistem rangka pemikul momen khusus

$R = 8$  untuk sistem dinding struktural khusus

Load factor tersebut adalah untuk arah gempa yang ditinjau sedangkan arah yang tegak lurus dari peninjauan gempa tersebut akan dikenakan gempa sebesar 30% dari arah gempa yang ditinjau.

#### 4.1.6 Beban Tekanan Tanah ke Samping



$$K_a = \frac{1 + \sin \theta}{1 - \sin \theta}$$

$$K_a = \frac{1 + \sin 10}{1 - \sin 10}$$

$$K_a = 0,7041$$

$$K_a = \frac{1 + \sin \theta}{1 - \sin \theta}$$

$$K_a = \frac{1 + \sin 20}{1 - \sin 20}$$

$$K_a = 0,4903$$

$$K_a = \frac{1 + \sin \theta}{1 - \sin \theta}$$

$$K_a = \frac{1 + \sin 13}{1 - \sin 13}$$

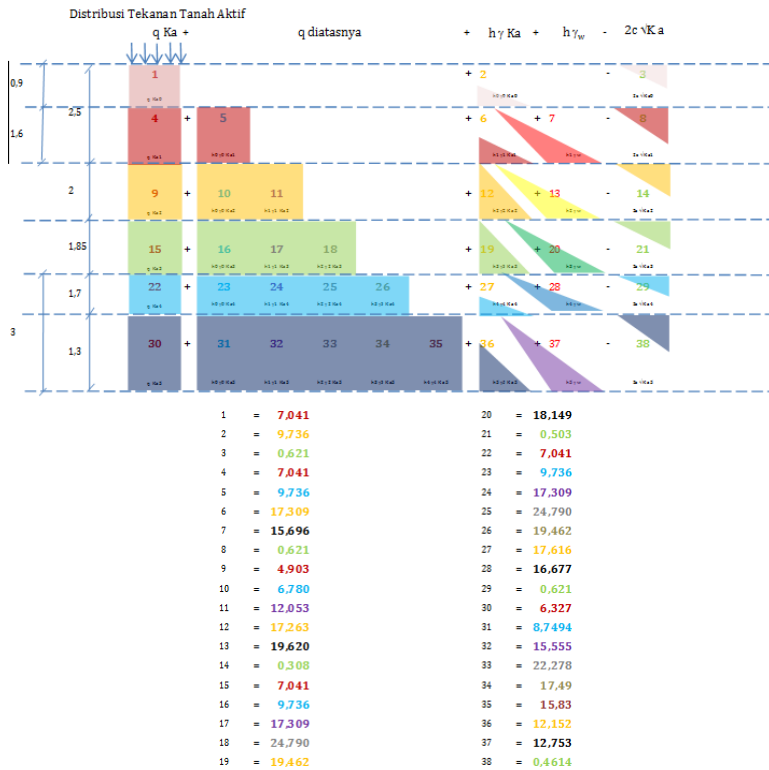
$$K_a = 0,632$$

Data

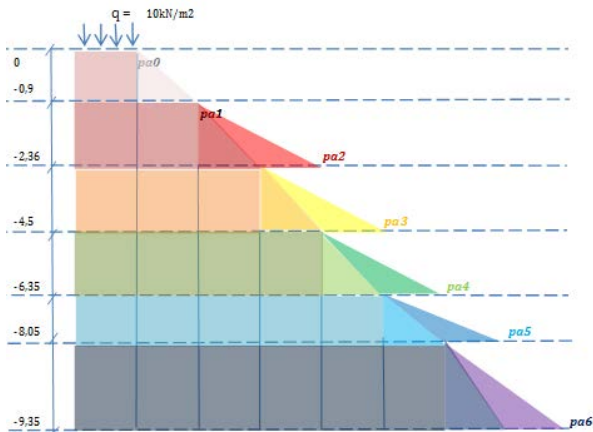
$$q = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3$$

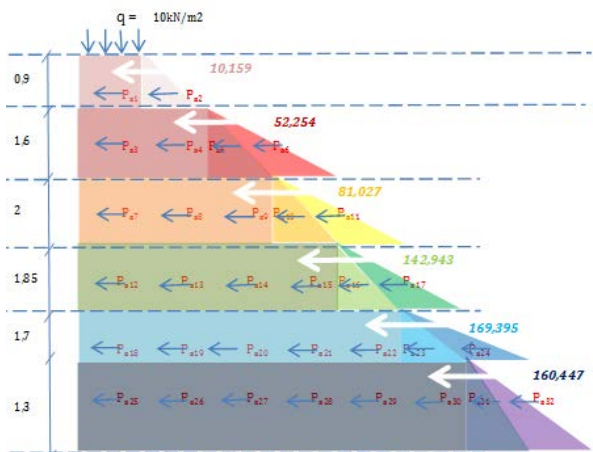
Depth	H	Wc		$\gamma_d$	GS	e	$\gamma_t$		c		$\phi$	$K_a$
(m)	(m)	(%)	decimal	gr/cm <sup>3</sup>			gr/cm <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	(°)	
0	0								0	0	0	1
2,5	2,5	75	0,750	0,881	2,569	1,926	1,53648	15,3648	0,37	0,37	10	0,70409
4,5	4,5	75,19	0,752	0,909	4,112	3,092	1,76046	17,6046	0,22	0,22	20	0,49029
6,5	6,35	87,83	0,878	0,807	2,641	2,32	1,49415	14,9415	0,3	0,3	10	0,70409
8	8,05	92,72	0,927	0,778	2,614	2,423	1,47172	14,7172	0,37	0,37	10	0,70409
10	9,35	90,75	0,908	0,823	2,607	2,366	1,47738	14,7738	0,29	0,29	13	0,63272







$p_{a0} = 1$	-	3	=	6,420 kN/m <sup>2</sup>
$p_{a1} = 1+2$	-	3	=	16,156 kN/m <sup>2</sup>
$p_{a2} = 4+5+6+7$	-	8	=	49,161 kN/m <sup>2</sup>
$p_{a3} = 9+10+11+12+13$	-	14	=	60,311 kN/m <sup>2</sup>
$p_{a4} = 15+16+17+18+19+20$	-	21	=	95,984 kN/m <sup>2</sup>
$p_{a5} = 22+23+24+25+26+27+28$	-	29	=	112,011 kN/m <sup>2</sup>
$p_{a6} = 30+31+32+33+34+35+36+37$	-	38	=	110,672 kN/m <sup>2</sup>



$p_{a1} = q h^0 K_{\theta}$	=	6.337 kN/m	$p_{a17} = \frac{1}{2} \gamma w h^3$	=	16.787 kN/m
$p_{a2} = \frac{1}{2} \gamma_0 h^0 K_{\theta,0} - z \text{ch}^{-1} K_{a0}$	=	3.823 kN/m	$p_{a18} = q h^4 K_4$	=	11.969 kN/m
$p_{a3} = q h^1 K_{\theta,1}$	=	11.265 kN/m	$p_{a19} = \gamma_0 h^0 h^1 K_{a1}$	=	15.578 kN/m
$p_{a4} = \gamma_0 h^0 h^1 K_{a1}$	=	15.578 kN/m	$p_{a20} = \gamma_0 h^1 h^2 K_{a4}$	=	34.618 kN/m
$p_{a5} = \frac{1}{2} \gamma_1 h^1 K_{\theta,1} - z \text{ch}^{-1} K_{a1}$	=	12.854 kN/m	$p_{a21} = \gamma_0 h^2 h^3 K_{a4}$	=	45.862 kN/m
$p_{a6} = \frac{1}{2} \gamma w h^1$	=	12.557 kN/m	$p_{a22} = \gamma_0 h^3 h^4 K_{a4}$	=	33.086 kN/m
$p_{a7} = q h^2 K_{\theta,2}$	=	9.806 kN/m	$p_{a23} = \frac{1}{2} \gamma_4 h^4 K_{\theta,4} - z \text{ch}^{-1} K_{a4}$	=	14.105 kN/m
$p_{a8} = \gamma_0 h^0 h^1 K_{a2}$	=	10.848 kN/m	$p_{a24} = \frac{1}{2} \gamma w h^4$	=	14.175 kN/m
$p_{a9} = \gamma_0 h^1 h^2 K_{a2}$	=	24.106 kN/m	$p_{a25} = q h^5 K_5$	=	8.225 kN/m
$p_{a10} = \frac{1}{2} \gamma_2 h^2 K_{\theta,2} - z \text{ch}^{-1} K_{a2}$	=	16.647 kN/m	$p_{a26} = \gamma_0 h^0 h^1 K_{a5}$	=	13.999 kN/m
$p_{a11} = \frac{1}{2} \gamma w h^2$	=	19.620 kN/m	$p_{a27} = \gamma_0 h^1 h^2 K_{a5}$	=	31.109 kN/m
$p_{a12} = q h^3 K_{\theta,3}$	=	13.026 kN/m	$p_{a28} = \gamma_0 h^2 h^3 K_{a5}$	=	41.213 kN/m
$p_{a13} = \gamma_0 h^0 h^1 K_{a3}$	=	15.578 kN/m	$p_{a29} = \gamma_0 h^3 h^4 K_{a5}$	=	29.732 kN/m
$p_{a14} = \gamma_0 h^1 h^2 K_{a3}$	=	34.618 kN/m	$p_{a30} = \gamma_0 h^4 h^5 K_{a5}$	=	20.579 kN/m
$p_{a15} = \gamma_0 h^2 h^3 K_{a3}$	=	45.862 kN/m	$p_{a31} = \frac{1}{2} \gamma_5 h^5 K_{\theta,5} - z \text{ch}^{-1} K_{a5}$	=	7.299 kN/m
$p_{a16} = \frac{1}{2} \gamma_3 h^3 K_{\theta,3} - z \text{ch}^{-1} K_{a3}$	=	17.071 kN/m	$p_{a32} = \frac{1}{2} \gamma w h^5$	=	8.289 kN/m

## 4.2 Kontrol Struktur

### 4.2.1 Kontrol Periode Fundamental Struktur

Nilai T (waktu getar alami struktur) dibatasi oleh waktu getar alami fundamental untuk mencegah penggunaan struktur yang terlalu fleksibel dengan perumusan :

$$T_a = C_r \cdot h_n^x$$

dengan batas atas perioda fundamental struktur sebesar,

$$T_{a \text{ atas}} = C_u \cdot T_a$$

#### ■ Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

$$T_a = C_t \cdot h_n^x = 0,0466 (61,7^{0,9}) = 1,90389$$

$$C_u \cdot T_a = 1,4 \cdot 1,90389 = 2,66545$$

$$\therefore T_a < T_c < C_u \cdot T_a = 1,90389 < 2,34106 < 2,66545$$

#### ■ Sistem Ganda

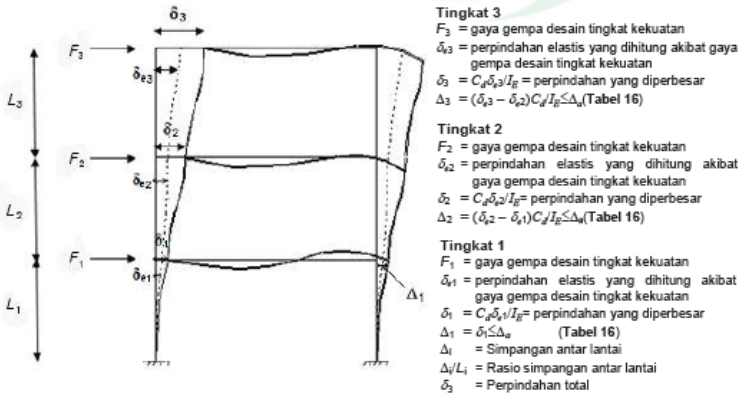
$$T_a = C_t \cdot h_n^x = 0,0488 (61,7^{0,75}) = 1,07432$$

$$C_u \cdot T_a = 1,4 \cdot 1,07432 = 1,50405$$

$$\therefore T_a < T_c < C_u \cdot T_a = 1,07432 < 1,46688 < 1,50405$$

### 4.2.2 Kontrol Simpangan antar Lantai

Simpangan antar lantai tingkat ( $\Delta$ ), akibat gempa yang ditinjau dengan analisa elastis, tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin ( $\Delta_a$ )



Gambar 4. 3 Penentuan Simpangan Antar Lantai

Defleksi pusat massa di tingkat,  $\delta_x$  (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e}$$

▪ Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus  
Terhadap sumbu x

Lantai		Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat	$\delta e$ (mm)	$\delta xe$ (mm)	$\delta x$ (mm)	$\delta a$ (mm)	KET
Lantai	ML	52.35	3	60.204	-5.946	-32.703	60	OK
Lantai	RT	49.35	3.5	66.15	1.907	10.4885	70	OK
Lantai	11	45.85	3.5	64.243	2.885	15.8675	70	OK
Lantai	10	42.35	3.5	61.358	3.758	20.669	70	OK
Lantai	9	38.85	3.5	57.6	4.523	24.8765	70	OK
Lantai	8	35.35	3.5	53.077	4.863	26.7465	70	OK
Lantai	7	31.85	3.5	48.214	5.407	29.7385	70	OK
Lantai	6	28.35	3.5	42.807	5.947	32.7085	70	OK
Lantai	5	24.85	3.5	36.86	5.804	31.922	70	OK
Lantai	4	21.35	3.5	31.056	5.9	32.45	70	OK
Lantai	3	17.85	2.8	25.156	4.59	25.245	56	OK
Lantai	M/E	15.05	4.55	20.566	8.493	46.7115	91	OK
Lantai	2	10.5	4.55	12.073	6.415	35.2825	91	OK
Lantai	1	5.95	3	5.658	3.279	18.0345	60	OK
Lantai	Mez	2.95	2.95	2.379	1.58	8.69	59	OK
Lantai	L	0	3.35	0.799	0.741	4.0755	67	OK
Lantai	B1	-3.35	3	0.058	0.044	0.242	60	OK
Lantai	B2	-6.35	3	0.014	0.008904	0.048972	60	OK
Lantai	B3	-9.35	0	0.005096				

Terhadap sumbu y

Lantai		Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat	$\delta e$ (mm)	$\delta ye$ (mm)	$\delta y$ (mm)	$\delta a$ (mm)	KET
Lantai	ML	52.35	3	52.431	-3.427	-18.8485	60	OK
Lantai	RT	49.35	3.5	55.858	1.599	8.7945	70	OK
Lantai	11	45.85	3.5	54.259	2.403	13.2165	70	OK
Lantai	10	42.35	3.5	51.856	3.141	17.2755	70	OK
Lantai	9	38.85	3.5	48.715	3.808	20.944	70	OK
Lantai	8	35.35	3.5	44.907	3.747	20.6085	70	OK
Lantai	7	31.85	3.5	41.16	4.161	22.8855	70	OK
Lantai	6	28.35	3.5	36.999	4.551	25.0305	70	OK
Lantai	5	24.85	3.5	32.448	4.571	25.1405	70	OK
Lantai	4	21.35	3.5	27.877	3.531	19.4205	70	OK
Lantai	3	17.85	2.8	24.346	4.689	25.7895	56	OK
Lantai	M/E	15.05	4.55	19.657	6.184	34.012	91	OK
Lantai	2	10.5	4.55	13.473	6.393	35.1615	91	OK
Lantai	1	5.95	3	7.08	3.946	21.703	60	OK
Lantai	Mez	2.95	2.95	3.134	2.186	12.023	59	OK
Lantai	L	0	3.35	0.948	0.792	4.356	67	OK
Lantai	B1	-3.35	3	0.156	0.133	0.7315	60	OK
Lantai	B2	-6.35	3	0.023	0.015211	0.083661	60	OK
Lantai	B3	-9.35	0	0.007789				

■ Sistem Ganda  
Terhadap sumbu x

Lantai		Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat	$\delta e$ (mm)	$\delta xe$ (mm)	$\delta x$ (mm)	$\delta a$ (mm)	KET
Lantai	ML	52.35	3	49.398	-13.926	-76.593	60	OK
Lantai	RT	49.35	3.5	63.324	4.487	24.6785	70	OK
Lantai	11	45.85	3.5	58.837	5.037	27.7035	70	OK
Lantai	10	42.35	3.5	53.8	5.17	28.435	70	OK
Lantai	9	38.85	3.5	48.63	5.316	29.238	70	OK
Lantai	8	35.35	3.5	43.314	5.26	28.93	70	OK
Lantai	7	31.85	3.5	38.054	5.312	29.216	70	OK
Lantai	6	28.35	3.5	32.742	5.337	29.3535	70	OK
Lantai	5	24.85	3.5	27.405	5.075	27.9125	70	OK
Lantai	4	21.35	3.5	22.33	4.842	26.631	70	OK
Lantai	3	17.85	2.8	17.488	3.375	18.5625	56	OK
Lantai	M/E	15.05	4.55	14.113	5.708	31.394	91	OK
Lantai	2	10.5	4.55	8.405	3.825	21.0375	91	OK
Lantai	1	5.95	3	4.58	2.14	11.77	60	OK
Lantai	Mez	2.95	2.95	2.44	1.278	7.029	59	OK
Lantai	L	0	3.35	1.162	0.612	3.366	67	OK
Lantai	B1	-3.35	3	0.55	0.526	2.893	60	OK
Lantai	B2	-6.35	3	0.024	0.017814	0.097977	60	OK
Lantai	B3	-9.35	0	0.006186				

Terhadap sumbu y

Lantai		Elevasi (m)	Tinggi antar tingkat	$\delta e$ (mm)	$\delta ye$ (mm)	$\delta y$ (mm)	$\delta a$ (mm)	KET
Lantai	ML	52.35	3	60.955	-2.098	-11.539	60	OK
Lantai	RT	49.35	3.5	63.053	4.062	22.341	70	OK
Lantai	11	45.85	3.5	58.991	4.426	24.343	70	OK
Lantai	10	42.35	3.5	54.565	4.58	25.19	70	OK
Lantai	9	38.85	3.5	49.985	4.799	26.3945	70	OK
Lantai	8	35.35	3.5	45.186	4.788	26.334	70	OK
Lantai	7	31.85	3.5	40.398	4.938	27.159	70	OK
Lantai	6	28.35	3.5	35.46	5.012	27.566	70	OK
Lantai	5	24.85	3.5	30.448	4.93	27.115	70	OK
Lantai	4	21.35	3.5	25.518	3.76	20.68	70	OK
Lantai	3	17.85	2.8	21.758	4.379	24.0845	56	OK
Lantai	M/E	15.05	4.55	17.379	5.204	28.622	91	OK
Lantai	2	10.5	4.55	12.175	5.414	29.777	91	OK
Lantai	1	5.95	3	6.761	3.371	18.5405	60	OK
Lantai	Mez	2.95	2.95	3.39	1.876	10.318	59	OK
Lantai	L	0	3.35	1.514	1.131	6.2205	67	OK
Lantai	B1	-3.35	3	0.383	0.35	1.925	60	OK
Lantai	B2	-6.35	3	0.033	0.023786	0.130823	60	OK
Lantai	B3	-9.35	0	0.009214				

### 4.2.3 Kontrol Gaya Geser Dasar Gempa

Kontrol gaya dinamis struktur untuk melihat apakah gaya gempa yang dimasukkan dengan menggunakan response spectrum sudah sesuai dengan yang disyaratkan oleh SNI 1726.2012

$$V = C_s \cdot W_t$$

Penentuan koefisien  $C_s$  adalah sebagai berikut :

#### 1. $C_s$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

#### 2. $C_s$ maksimum

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

harus tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$$

#### ▪ Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

$$C_{s \min} = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$$

$$C_{s \min} = 0,044 \cdot (0,607) \cdot (1) \geq 0,01$$

$$C_{s \min} = 0,02671 \geq 0,01$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,607}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,07588$$

$$C_{S \max} = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,56}{2,33997\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,02991$$

$$\therefore C_{S \min} < C_s < C_{S \max} = 0,02671 < 0,07588 > 0,02991$$

$$\rightarrow C_s \text{ pakai} = 0,02991$$

$$\begin{aligned} W_t &= 8467566 \text{ kg} \\ \text{Gempa arah x} &= 242104,7 \text{ kg} \\ \text{Gempa arah y} &= 254440,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_{static} = C_s \cdot W_t = 0,02991 (8467566) = 253188,6$$

$$0,85 V_{static} = 215210,3$$

$$\therefore V_{baseshear} > V_{static} = 253188,6 > 215210,3 \text{ (memenuhi)}$$

▪ Sistem Ganda

$$C_{S \min} = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$$

$$C_{S \min} = 0,044 \cdot (0,607) \cdot (1) \geq 0,01$$

$$C_{S \min} = 0,02671 \geq 0,01$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,607}{\left(\frac{7}{1}\right)} = 0,08671$$

$$C_{S \max} = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,56}{1,46715\left(\frac{7}{1}\right)} = 0,054527$$

$$\therefore C_{s \min} < C_s < C_{s \max} = 0,02671 < 0,086714 > 0,054527$$

$$\rightarrow C_{s \text{ pakai}} = 0,054527$$

$$\begin{aligned} W_t &= 9481648 \text{ kg} \\ \text{Gempa arah x} &= 367408,4 \text{ kg} \\ \text{Gempa arah y} &= 377005,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_{static} = C_s \cdot W_t = 0,054527 (9481648) = 517105,6$$

$$0,85 V_{static} = 439539,7$$

$$\therefore V_{baseshear} > V_{static} = 377005 > 439539,7 \text{ (tidak memenuhi)}$$

→ diperlukan faktor pembesaran gempa sebesar :

$$FS_x = \frac{439539,7}{367408,4} = 1,1963 \text{ untuk gempa arah x}$$

$$FS_y = \frac{439539,7}{377005,4} = 1,1659 \text{ untuk gempa arah y}$$

Setelah mendapatkan faktor pembesaran gempa, maka :

$$\begin{aligned} W_t &= 9481648 \text{ kg} \\ \text{Gempa arah x} &= 439522,5 \text{ kg} \\ \text{Gempa arah y} &= 439556,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_{static} = C_s \cdot W_t = 0,054527 (9481648) = 517105,6$$

$$0,85 V_{static} = 439539,7$$

$$\therefore V_{baseshear} > V_{static} = 439556,1 > 439539,7 \text{ (memenuhi)}$$

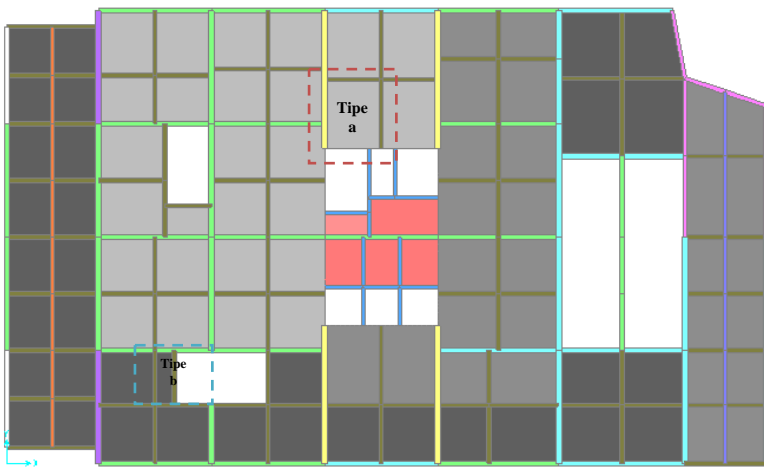


### 4.3 Perencanaan Struktur Sekunder

#### 4.3.1 Perhitungan Pelat

Penulangan pada pelat didasari oleh sistem arah momen dalam membagi beban-beban yang ditimpakan pada pelat. Untuk pelat beton bertulang, terdapat dua tipe pelat yaitu pelat satu arah (*one way slab*) dan pelat dua arah (*two way slab*).

Pada Struktur Hotel Ammeerra di Lantai Lobby, terdapat 2 tipe pelat dengan dimensi dan pembebanan yang berbeda.



Gambar 4. 4 Sketsa Denah Lantai Lobby Area Pelat

## 1. Penulangan Pelat Lantai Lobby Tipe a

$$I_y / I_x = 350\text{cm} / 337,5\text{cm} \\ = 1,037 < 2,0 \rightarrow \text{Two Way Slab}$$

Pada penulangan pelat dua arah (*two way slab*) terdapat tulangan pokok yang dipasang pada dua arah yang saling tegak lurus atau bersilangan. Tulangan pokok ini dipasang pada pelat lantai untuk menahan momen lentur pada bentang 2 arah pada daerah lapangan. Namun pada daerah tumpuan, tulangan pokok dibantu dengan tulangan bagi / tulangan susut.

## a. Data Perencanaan:

1. Tebal Pelat	15	cm
2. Tebal Selimut Pelat (ts)	3	cm
3. $F_c'$	30	MPa
4. BJ Beton	2400	kg/m <sup>3</sup>
5. $F_y$ Lentur	400	MPa
6. $\Phi$	0,9	

## b. Pembebanan pada pelat lantai

Beban mati ( $q_d$ )

1. Berat sendiri pelat	= 2400 kg/m <sup>3</sup> x h
	= 2400 kg/m <sup>3</sup> x 0,15m
	= 360 kg/m <sup>2</sup>
2. Pemipaan air	= 25 kg/m <sup>2</sup>
3. Instalasi listrik	= 40 kg/m <sup>2</sup> +
Maka, $q_d$ Total	= 425 kg/m <sup>2</sup>

Beban hidup ( $q_L$ )

Fungsi bangunan pada Lantai Lobby Tipe a adalah lahan parkir

$$q_L = 192 \text{ kg/m}^2$$

maka, beban ultimate ( $q_u$ )

$$\begin{aligned} q_u &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= 1,2 (425 \text{ kg/m}^2) + 1,6 (192 \text{ kg/m}^2) \\ &= 510 \text{ kg/m}^2 + 307,2 \text{ kg/m}^2 \\ &= 817,2 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

o Koefisien penentu penulangan

- Nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'}$$

$$m = \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa}}$$

$$m = 15,686$$

- Nilai  $\beta_1$

Reduksi  $\beta_1$  sebesar 0,05 untuk setiap kelebihan kekuatan sebesar 7 MPa diatas 28 MPa

*SNI 03-2874-2013 Pasal 10.2.7.3*

Mutu beton pakai ( $f_c'$ ) = 30 MPa, kenaikan 2 MPa dari 28 MPa.

Maka, nilai reduksi untuk  $f_c' = 30 \text{ MPa}$  adalah

$$\begin{aligned} \frac{2 \text{ MPa}}{7 \text{ MPa}} &= \frac{x}{0,05} \\ x &= \frac{2 \text{ MPa} \cdot 0,05}{7 \text{ MPa}} \\ x &= 0,014286 \end{aligned}$$

$$\beta_1 = 0,85 - x$$

$$\beta_1 = 0,85 - (0,014286)$$

$$\beta_1 = 0,8357$$

- Batasan penulangan

$$\begin{aligned} 1. \rho_{min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

$$= 0,0035$$

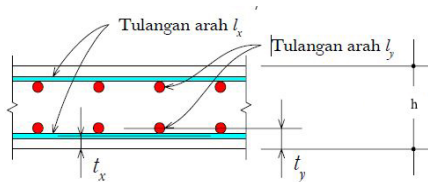
*SNI 03-2874-2013 Pasal 10.5.1*

$$\begin{aligned} 2. \rho_b &= \left( \frac{0,85\beta_1 f_c'}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600+f_y} \right) \right) \\ &= \left( \frac{0,85 \cdot 0,8357 \cdot 30 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} \cdot \left( \frac{600}{600+400 \text{ MPa}} \right) \right) \\ &= 0,031966 \end{aligned}$$

*SNI 03-2874-2013 Pasal B.8.4.2*

$$\begin{aligned} 3. \rho_{maks} &= 0,75 \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,031966 \\ &= 0,024 \end{aligned}$$

○ Tinggi Efektif



Gambar 4. 5 Tinggi Efektif Potongan Pelat

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

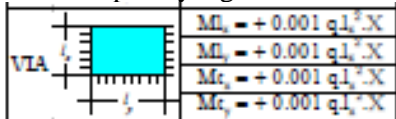
$$\text{Asumsi diameter pakai } (D) = 0,8 \text{ cm}$$

Tinggi efektif penulangan

$$\begin{aligned} dx &= h - ts - D/2 \\ &= 15\text{cm} - 3\text{cm} - (0,8\text{cm}/2) \\ &= 11,6\text{cm} = 116\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= h - ts - D - D/2 \\ &= 15\text{cm} - 3\text{cm} - 0,8\text{cm} - (0,8\text{cm}/2) \\ &= 10,8\text{cm} = 108\text{mm} \end{aligned}$$

- c. Menentukan Momen pada Pelat Tipe a
- Perhitungan momen pada pelat ditentukan pada perletakan pelat yang diatur dalam PBI 1971.



$$M = 0,001 q_u I_x^2 X$$

Nilai X :

Tumpuan x (Tx) = 52

Lapangan x (Lx) = 21

Tumpuan y (Ty) = 52

Lapangan y (Ly) = 21

Maka, momen – momen yang terjadi:

$$\begin{aligned} M_{Tx} &= + 0,001 \times 817,2 \text{ kg/m}^2 \times (3,375\text{m})^2 \times 52 \\ &= 484,0378 \text{ kg.m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Lx} &= + 0,001 \times 817,2 \text{ kg/m}^2 \times (3,375\text{m})^2 \times 21 \\ &= 195,4768 \text{ kg.m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Ty} &= + 0,001 \times 817,2 \text{ kg/m}^2 \times (3,375\text{m})^2 \times 52 \\ &= 484,0378 \text{ kg.m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Ly} &= + 0,001 \times 817,2 \text{ kg/m}^2 \times (3,375\text{m})^2 \times 21 \\ &= 195,4768 \text{ kg.m/m} \end{aligned}$$

- d. Menentukan kebutuhan tulangan pelat

➤ Tulangan Tumpuan X

$$\begin{aligned} Mn_{Tx} &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{484,0378 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot 10^4}{0,9} \\ &= 5378197,5 \text{ N.mm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{Mn}{b(d_x)^2} \\
 &= \frac{5378197,5 \text{ N.mm/m}}{1000\text{mm} (116\text{mm})^2} \\
 &= 0,3997
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686) \cdot 0,3977}{400 \text{ MPa}}} \right) \\
 &= 0,00101
 \end{aligned}$$

- Cek batasan  $\rho$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,00101 \leq 0,024 \text{ (**tidak memenuhi**)}$$

*Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  memakai  $\rho_{\min}$  sebesar 0,0035*

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x \\
 &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 116 \text{ mm}^2 \\
 &= 406 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ min}} &= \frac{0,25 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \\
 &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \text{ mm} \cdot 116 \text{ mm} \\
 &= 397,099 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan pakai Ø10 – 150

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 523,60 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ min}} \\
 523,60 \text{ mm}^2 &> 397,099 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi antar tulangan

$$S_{\text{maks}} \leq 3h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4*

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 3 \cdot h \\
 &= 3 \cdot 15 \text{ mm} \\
 &= 360 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \\
 &\text{Atau}
 \end{aligned}$$

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

➤ Tulangan Lapangan X

$$\begin{aligned}
 M_{nLx} &= \frac{Mu}{\phi} \\
 &= \frac{195,4768 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot 10^4}{0,9} \\
 &= 2171964,38 \text{ N.mm/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{Mn}{b(d_x)^2} \\
 &= \frac{2171964,38 \text{ N.mm/m}}{1000 \text{ mm} (116 \text{ mm})^2} \\
 &= 0,1614
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686) \cdot 0,1614}{400 \text{ MPa}}} \right) \\
 &= 0,0004
 \end{aligned}$$

- Cek batasan  $\rho$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,0004 \leq 0,024 \text{ (tidak memenuhi)}$$

*Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  memakai  $\rho_{\min}$  sebesar 0,0035.*

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x \\
 &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 116 \text{ mm}^2 \\
 &= 301,0 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned}
 A_{s \min} &= \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \\
 &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \text{ mm} \cdot 116 \text{ mm} \\
 &= 397,099 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan pakai  $\emptyset 10 - 150$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 406 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$



$$\text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} > A_{s \text{ min}} \\ 406 \text{ mm}^2 > 397,099 \text{ mm}^2 \quad (\text{memenuhi})$$

- Cek syarat spasi antar tulangan  
 $S_{\text{maks}} \leq 3h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$

*SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4*

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &= 3 \cdot h \\ &= 3 \cdot 150 \text{ mm} \\ &= 450 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Cek : } S_{\text{pakai}} < S_{\text{maks}} \\ 150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

Atau

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

➤ Tulangan Susut arah X

Pada tulangan susut, di gunakan tulangan ulir mutu 400 MPa yang memiliki rasio luas tulangan sebesar 0,0018.

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1 (a)*

$$\begin{aligned} \text{Maka, } A_{s \text{ perlu}} &= \rho_{\text{susut}} \cdot b \cdot \text{tebal pelat} \\ &= 0,0018 \cdot 1000 \cdot 150 \text{ mm}^2 \\ &= 270 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan untuk komponen tulangan susut :  
 Tulangan pakai Ø8 – 150

$$\begin{aligned} A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\ &= \frac{1}{4} \pi (8 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\ &= 335,1032 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ min}} \\ 335,1032 \text{ mm}^2 &> 270 \text{ mm}^2 \quad (\text{memenuhi}) \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi tulangan susut

$$S_{\text{maks}} \leq 5h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.2*

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &= 5 \cdot h \\ &= 5 \cdot 15 \text{ mm} \\ &= 750 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Cek : } S_{\text{pakai}} < S_{\text{maks}}$$

$$150 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

**(memenuhi)**

Atau

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm}$$

**(memenuhi)**

➤ Tulangan Tumpuan Y

$$\begin{aligned} Mn_{Ty} &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{484,0378 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot 10^4}{0,9} \\ &= 5378197,5 \text{ N.mm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rn &= \frac{Mn}{b(d_x)^2} \\ &= \frac{5378197,5 \text{ N.mm/m}}{1000 \text{ mm} (116 \text{ mm})^2} \\ &= 0,3997 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686) \cdot 0,3997}{400 \text{ MPa}}} \right) \\ &= 0,00101 \end{aligned}$$

- Cek batasan  $\rho$

$$\rho_{\text{min}} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{maks}}$$

$$0,0035 \leq 0,00101 \leq 0,024 \text{ (tidak memenuhi)}$$

Karena  $\rho_{perlu} < \rho_{min}$  , maka  $\rho_{perlu}$  memakai  $\rho_{min}$  sebesar 0,0035

$$\begin{aligned}\text{Maka, } A_{s \text{ perlu}} &= \rho_{perlu} \cdot b \cdot d_x \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 116 \text{ mm}^2 \\ &= 406 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned}A_{s \text{ min}} &= \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \\ &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \text{ mm} \cdot 116 \text{ mm} \\ &= 397,099 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Tulangan pakai  $\emptyset 10 - 150$

$$\begin{aligned}A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\ &= \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\ &= 406 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ min}} \\ 406 \text{ mm}^2 &> 397,99 \text{ mm}^2 \quad \quad \quad \textbf{(memenuhi)}\end{aligned}$$

- Cek syarat spasi antar tulangan

$$S_{maks} \leq 3h \text{ atau } S_{maks} \leq 450 \text{ mm} \quad \quad \quad \textit{SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4}$$

$$\begin{aligned}S_{maks} &= 3 \cdot h \\ &= 3 \cdot 150 \text{ mm} \\ &= 450 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\ 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} && \text{(memenuhi)} \\ &\text{Atau} \end{aligned}$$

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)}$$

➤ Tulangan Lapangan Y

$$\begin{aligned} M_{nLy} &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{195,4768 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot 10^4}{0,9} \\ &= 2171964,38 \text{ N.mm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{Mn}{b(d_x)^2} \\ &= \frac{2171964,38 \text{ N.mm/m}}{1000\text{mm} (116\text{mm})^2} \\ &= 0,1614 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686) \cdot 0,1614}{400 \text{ MPa}}} \right) \\ &= 0,0004 \end{aligned}$$

- Cek batasan  $\rho$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &\leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max} \\ 0,0035 &\leq 0,0004 \leq 0,024 \quad \text{(tidak memenuhi)} \end{aligned}$$

*Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  memakai  $\rho_{\min}$  sebesar 0,0035*

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x \\
 &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 116 \text{ mm}^2 \\
 &= 406 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ min}} &= \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \\
 &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \text{ mm} \cdot 116 \text{ mm} \\
 &= 397,099 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan pakai  $\emptyset 10 - 150$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 406 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ min}} \\
 406 \text{ mm}^2 &> 294,40 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi antar tulangan

$$S_{\text{maks}} \leq 3h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm} \quad \text{SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4}$$

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 3 \cdot h \\
 &= 3 \cdot 150 \text{ mm} \\
 &= 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \\
 &\text{Atau}
 \end{aligned}$$

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

➤ Tulangan Susut Y

Pada tulangan susut, di gunakan tulangan ulir mutu 400 MPa yang memiliki rasio luas tulangan sebesar 0,0018.

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1 a*

$$\begin{aligned}\text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{susut}} \cdot b \cdot \text{tebal pelat} \\ &= 0,0018 \cdot 1000 \cdot 150 \text{ mm}^2 \\ &= 270 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan untuk komponen tulangan susut :  
Tulangan pakai  $\varnothing 8 - 150$

$$\begin{aligned}A_s \text{ pakai} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\ &= \frac{1}{4} \pi (8 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\ &= 335,1032 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Cek : } A_s \text{ pakai} > A_s \text{ min}$$

$$335,1032 \text{ mm}^2 > 270 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}$$

- Cek syarat spasi tulangan susut  
 $S_{\text{maks}} \leq 5h$  atau  $S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.2*

$$\begin{aligned}S_{\text{maks}} &= 5 \cdot h \\ &= 5 \cdot 150 \text{ mm} \\ &= 750 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Cek : } S_{\text{pakai}} < S_{\text{maks}}$$

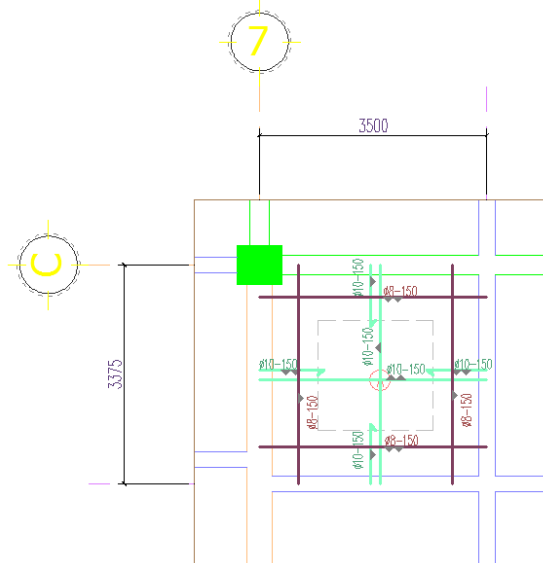
$$150 \text{ mm} < 750 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Atau

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Lebar jalur pemasangan penulangan pelat  
 Bentang panjang  $= 0,25 I_n$   
 $= 0,25 \times 3500 \text{ mm}$   
 $= 875 \text{ mm}$

Bentang pendek  $= 0,25 S_n$   
 $= 0,25 \times 3375 \text{ mm}$   
 $= 843,75 \text{ mm}$



Gambar 4. 6 Penulangan Pelat Tipe a

## 2. Penulangan Pelat Lantai Lobby Tipe b

$$I_y / I_x = 337,5 \text{ cm} / 120 \text{ cm} \\ = 2,8 > 2,0 \rightarrow \text{One Way Slab}$$

Pada penulangan pelat satu arah (*one way slab*) terdapat tulangan pokok yang dipasang pada satu arah saja karena momen lentur hanya terjadi pada satu arah yaitu bentang terpanjang. Namun pada daerah tumpuan, tulangan pokok dibantu dengan tulangan bagi / tulangan susut.

## a. Data Perencanaan:

1. Tebal Pelat	15	cm
2. Tebal Selimut Pelat (ts)	3	cm
3. $F_c'$	30	MPa
4. BJ Beton	2400	$\text{kg/m}^3$
5. $F_y$ Lentur	400	MPa
6. $\Phi$	0,9	

## b. Pembebanan pada pelat lantai

Beban mati ( $q_d$ )

1. Berat sendiri pelat	$= 2400 \text{ kg/m}^3 \times h$
	$= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,15 \text{ m}$
	$= 360 \text{ kg/m}^2$
2. Pemipaan air	$= 25 \text{ kg/m}^2$
3. Instalasi listrik	$= 40 \text{ kg/m}^2$
Maka, $q_d$ Total	$= 425 \text{ kg/m}^2$

Beban hidup ( $q_L$ )

Fungsi bangunan pada Lantai Lobby Tipe b adalah lahan parkir

$$q_L = 192 \text{ kg/m}^2$$



maka, beban ultimate ( $q_u$ )

$$\begin{aligned} q_u &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= 1,2 (425 \text{ kg/m}^2) + 1,6 (192 \text{ kg/m}^2) \\ &= 510 \text{ kg/m}^2 + 307,2 \text{ kg/m}^2 \\ &= 817,2 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

o Koefisien penentu penulangan

- Nilai m

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 f_c'} \\ &= \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa}} \\ m &= 15,686 \end{aligned}$$

- Nilai  $\beta_1$

Reduksi  $\beta_1$  sebesar 0,05 untuk setiap kelebihan kekuatan sebesar 7 MPa diatas 28 MPa

*SNI 03-2874-2013 Pasal 10.2.7.3*

Mutu beton pakai ( $f_c'$ ) = 30 MPa, kenaikan 2 MPa dari 28 MPa.

Maka, nilai reduksi untuk  $f_c' = 30 \text{ MPa}$  adalah

$$\begin{aligned} \frac{2 \text{ MPa}}{7 \text{ MPa}} &= \frac{x}{0,05} \\ x &= \frac{2 \text{ MPa} \cdot 0,05}{7 \text{ MPa}} \\ x &= 0,014286 \end{aligned}$$

$$\beta_1 = 0,85 - x$$

$$\beta_1 = 0,85 - (0,014286)$$

$$\beta_1 = 0,8357$$

- Batasan penulangan

$$\begin{aligned} 1. \rho_{min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

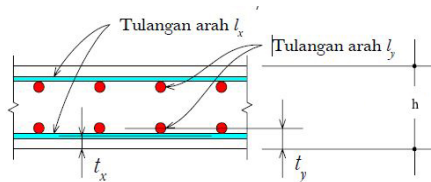
*SNI 03-2874-2013 Pasal 10.5.1*

$$\begin{aligned} 2. \rho_b &= \left( \frac{0,85\beta_1 f_c'}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600+f_y} \right) \right) \\ &= \left( \frac{0,85 \cdot 0,8357 \cdot 30 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} \cdot \left( \frac{600}{600+400 \text{ MPa}} \right) \right) \\ &= 0,031966 \end{aligned}$$

*SNI 03-2874-2013 Pasal B.8.4.2*

$$\begin{aligned} 3. \rho_{maks} &= 0,75 \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,031966 \\ &= 0,024 \end{aligned}$$

o Tinggi Efektif



Gambar 4. 7 Tinggi Efektif Potongan Pelat

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

Asumsi diameter pakai (D) = 0,8 cm

Tinggi efektif penulangan

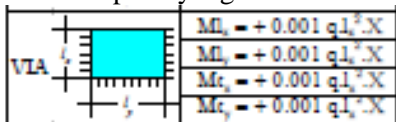
$$dx = h - ts - D/2$$

$$= 15\text{cm} - 3\text{cm} - (0,8\text{cm}/2)$$

$$= 11,6\text{cm} = 116\text{mm}$$

$$\begin{aligned}
 d_y &= h - t_s - D - D/2 \\
 &= 15\text{cm} - 3\text{cm} - 0,8\text{cm} - (0,8\text{cm}/2) \\
 &= 10,8\text{cm} = 108\text{mm}
 \end{aligned}$$

c. Menentukan Momen pada Pelat Tipe b  
 Perhitungan momen pada pelat ditentukan pada perletakan pelat yang diatur dalam PBI 1971.



$$M = 0,001 q_u I_x^2 X$$

Nilai X :

$$\text{Tumpuan x (Tx)} = 83$$

$$\text{Lapangan x (Lx)} = 42$$

$$\text{Tumpuan y (Ty)} = 57$$

$$\text{Lapangan y (Ly)} = 8$$

Maka, momen – momen yang terjadi:

$$\begin{aligned}
 M_{Tx} &= + 0,001 \times 817,2 \text{ kg/m}^2 \times (1,2\text{m})^2 \times 83 \\
 &= 97,6717 \text{ kg.m/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Lx} &= + 0,001 \times 817,2 \text{ kg/m}^2 \times (1,2\text{m})^2 \times 42 \\
 &= 49,4243 \text{ kg.m/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Ty} &= + 0,001 \times 817,2 \text{ kg/m}^2 \times (1,2\text{m})^2 \times 57 \\
 &= 67,0758 \text{ kg.m/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Ly} &= + 0,001 \times 817,2 \text{ kg/m}^2 \times (1,2\text{m})^2 \times 8 \\
 &= 9,4141 \text{ kg.m/m}
 \end{aligned}$$

d. Menentukan kebutuhan tulangan pelat

➤ Tulangan Tumpuan X

$$\begin{aligned} Mn_{Tx} &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{97,6717 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot 10^4}{0,9} \\ &= 1085241,60 \text{ N.mm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rn &= \frac{Mn}{b(d_x)^2} \\ &= \frac{1085241,60 \text{ N.mm/m}}{1000\text{mm} (116\text{mm})^2} \\ &= 0,0807 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686) \cdot 0,0807}{400 \text{ MPa}}} \right) \\ &= 0,000202 \end{aligned}$$

- Cek batasan  $\rho$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,000102 \leq 0,024 \text{ (tidak memenuhi)}$$

*Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  memakai  $\rho_{\min}$  sebesar 0,0035*

$$\begin{aligned} \text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 116\text{mm}^2 \\ &= 406 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ min}} &= \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \\
 &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \text{ mm} \cdot 116 \text{ mm} \\
 &= 397,099 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan pakai  $\emptyset 10 - 150$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 523,60 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ min}} \\
 523,60 \text{ mm}^2 &> 397,099 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi antar tulangan

$$S_{\text{maks}} \leq 3h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm} \quad \text{SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4}$$

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 3 \cdot h \\
 &= 3 \cdot 15 \text{ mm} \\
 &= 360 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \\
 &\text{Atau}
 \end{aligned}$$

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

### ➤ Tulangan Lapangan X

$$\begin{aligned}
 M_{nLx} &= \frac{Mu}{\phi} \\
 &= \frac{49,4243 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10^4}{0,9} \\
 &= 549158,40 \text{ N} \cdot \text{mm/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{Mn}{b(d_x)^2} \\
 &= \frac{549158,40 \text{ N.mm/m}}{1000\text{mm} (116\text{mm})^2} \\
 &= 0,0408
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686) \cdot 0,0408}{400 \text{ MPa}}} \right) \\
 &= 0,0000102
 \end{aligned}$$

- Cek batasan  $\rho$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,0004 \leq 0,024 \text{ (tidak memenuhi)}$$

Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  memakai  $\rho_{\min}$  sebesar 0,0035.

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } A_{s \text{ perlu}} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x \\
 &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 116 \text{ mm}^2 \\
 &= 301,0 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ min}} &= \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \\
 &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \text{ mm} \cdot 116 \text{ mm} \\
 &= 397,099 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan pakai  $\emptyset 10 - 150$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 406 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ min}} \\
 406 \text{ mm}^2 &> 397,099 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi antar tulangan

$$S_{\text{maks}} \leq 3h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4*

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 3 \cdot h \\
 &= 3 \cdot 15 \text{ mm} \\
 &= 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \\
 &\text{Atau}
 \end{aligned}$$

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

➤ Tulangan Susut arah X

Pada tulangan susut, di gunakan tulangan ulir mutu 400 MPa yang memiliki rasio luas tulangan sebesar 0,0018.

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1 (a)*

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } A_{s \text{ perlu}} &= \rho_{\text{susut}} \cdot b \cdot \text{tebal pelat} \\
 &= 0,0018 \cdot 1000 \cdot 150 \text{ mm}^2 \\
 &= 270 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan untuk komponen tulangan susut :

Tulangan pakai Ø8 – 150

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (8 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right)
 \end{aligned}$$

$$= 335,1032 \text{ mm}^2$$

$$\text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} > A_{s \text{ min}}$$

$$335,1032 \text{ mm}^2 > 270 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}$$

- Cek syarat spasi tulangan susut

$$S_{\text{maks}} \leq 5h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.2*

$$S_{\text{maks}} = 5 \cdot h$$

$$= 5 \cdot 15 \text{ mm}$$

$$= 750 \text{ mm}$$

$$\text{Cek : } S_{\text{pakai}} < S_{\text{maks}}$$

$$150 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

**(memenuhi)**

Atau

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm}$$

**(memenuhi)**

#### ➤ Tulangan Tumpuan Y

$$\begin{aligned} Mn_{Ty} &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{67,0758 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot 10^4}{0,9} \\ &= 745286,40 \text{ N} \cdot \text{mm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rn &= \frac{Mn}{b(d_x)^2} \\ &= \frac{745286,40 \text{ N} \cdot \text{mm/m}}{1000 \text{ mm} (116 \text{ mm})^2} \\ &= 0,0553 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686) \cdot 0,0553}{400 \text{ MPa}}} \right) \\ &= 0,000139 \end{aligned}$$



- Cek batasan  $\rho$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{maks}}$$

$$0,0035 \leq 0,00101 \leq 0,024 \text{ (tidak memenuhi)}$$

*Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  memakai  $\rho_{\min}$  sebesar 0,0035*

$$\begin{aligned} \text{Maka, } A_{s \text{ perlu}} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 116 \text{ mm}^2 \\ &= 406 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned} A_{s \text{ min}} &= \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \\ &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \text{ mm} \cdot 116 \text{ mm} \\ &= 397,099 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tulangan pakai  $\emptyset 10 - 150$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\ &= \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\ &= 406 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} > A_{s \text{ min}}$$

$$406 \text{ mm}^2 > 397,99 \text{ mm}^2 \quad \text{(memenuhi)}$$

- Cek syarat spasi antar tulangan

$$S_{\text{maks}} \leq 3h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4*

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 3 \cdot h \\
 &= 3 \cdot 15\text{mm} \\
 &= 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad \quad \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Atau} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad \quad \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

➤ Tulangan Lapangan Y

$$\begin{aligned}
 Mn_{Ly} &= \frac{Mu}{\phi} \\
 &= \frac{9,4141 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \cdot 10^4}{0,9} \\
 &= 104601,60 \text{ N.mm/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{Mn}{b(d_x)^2} \\
 &= \frac{104601,60 \text{ N.mm/m}}{1000\text{mm} (116\text{mm})^2} \\
 &= 0,0077
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686) \cdot 0,0077}{400 \text{ MPa}}} \right) \\
 &= 0,000194
 \end{aligned}$$

- Cek batasan  $\rho$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &\leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{maks}} \\
 0,0035 &\leq 0,0004 \leq 0,024 \quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

*Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$  , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  memakai  $\rho_{\text{min}}$  sebesar 0,0035*

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x \\
 &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 116 \text{ mm}^2 \\
 &= 406 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ min}} &= \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \\
 &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \text{ mm} \cdot 116 \text{ mm} \\
 &= 397,099 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan pakai  $\emptyset 10 - 150$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 406 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ min}} \\
 406 \text{ mm}^2 &> 294,40 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi antar tulangan

$$S_{\text{maks}} \leq 3h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm} \quad \text{SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4}$$

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 3 \cdot h \\
 &= 3 \cdot 150 \text{ mm} \\
 &= 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \\
 &\text{Atau}
 \end{aligned}$$

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

➤ Tulangan Susut Y

Pada tulangan susut, di gunakan tulangan ulir mutu 400 MPa yang memiliki rasio luas tulangan sebesar 0,0018.

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1 a*

$$\begin{aligned}\text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{susut}} \cdot b \cdot \text{tebal pelat} \\ &= 0,0018 \cdot 1000 \cdot 150 \text{ mm}^2 \\ &= 270 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan untuk komponen tulangan susut :  
Tulangan pakai  $\varnothing 8 - 150$

$$\begin{aligned}A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\ &= \frac{1}{4} \pi (8 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\ &= 335,1032 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} > A_{s \text{ min}}$$

$$335,1032 \text{ mm}^2 > 270 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}$$

- Cek syarat spasi tulangan susut

$$S_{\text{maks}} \leq 5h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.2*

$$\begin{aligned}S_{\text{maks}} &= 5 \cdot h \\ &= 5 \cdot 150 \text{ mm} \\ &= 750 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Cek : } S_{\text{pakai}} < S_{\text{maks}}$$

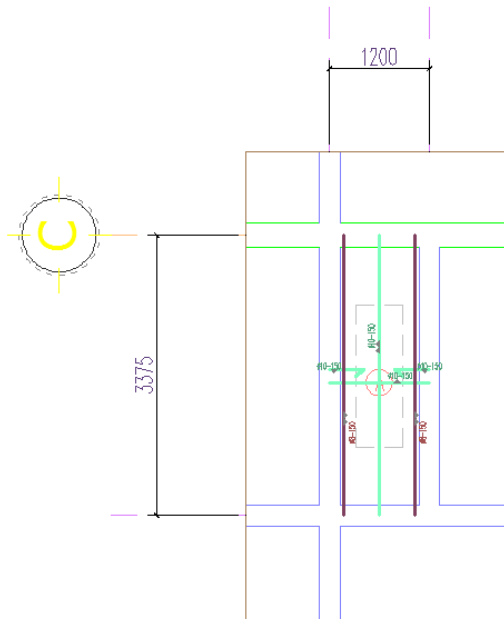
$$150 \text{ mm} < 750 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Atau

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Lebar jalur pemasangan penulangan pelat  
 Bentang panjang  $= 0,25 I_n$   
 $= 0,25 \times 3375 \text{ mm}$   
 $= 843,75 \text{ mm}$

Bentang pendek  $= 0,25 S_n$   
 $= 0,25 \times 1200 \text{ mm}$   
 $= 300 \text{ mm}$



Gambar 4. 8 Penulangan Pelat Tipe b

Untuk pelat pada area kolam renang diperlukan pengontrolan retak agar tidak terjadi kebocoran dan korosi. Oleh karena itu, batasan spasi tulangan tarik yang terdekat ke muka tarik untuk mengendalikan retak lentur yaitu :

$$s = 380 \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5c_c \leq 300 \left( \frac{280}{f_s} \right)$$

*SNI 2847-2013 Pasal 10.6.4*

Kebutuhan tulangan pelat dan dinding kolam renang :

Tulangan utama  $\rightarrow 13D - 150$

Tulangan susut  $\rightarrow 10D - 150$

$$s = 380 \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5c_c \leq 300 \left( \frac{280}{f_s} \right)$$

$$s = 380 \left( \frac{280}{\frac{2}{3}f_y} \right) - 2,5c_c \leq 300 \left( \frac{280}{\frac{2}{3}f_y} \right)$$

$$s = 380 \left( \frac{280}{\frac{2}{3}(400)} \right) - 2,5(150) \leq 300 \left( \frac{280}{\frac{2}{3}(400)} \right)$$

$$s = 380 \left( \frac{280}{\frac{2}{3}(400)} \right) - 2,5(150) \leq 300 \left( \frac{280}{\frac{2}{3}(400)} \right)$$

$$s = 24 \leq 315 \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Pada SNI Beton, lebar retak yang boleh terjadi pada struktur beton bertulang dibatasi sebagai berikut :

$\omega_{\text{maks}} = 0,4 \text{ mm}$  untuk unsur-unsur interior ( $Z = 30 \text{ MN/m}$ )

$\omega_{\text{maks}} = 0,3 \text{ mm}$  untuk unsur-unsur eksterior ( $Z = 25 \text{ MN/m}$ )

Untuk perhitungan lebar retak, dapat digunakan persamaan :

$$\omega = 11 \times 10^{-6} \beta Z = 11 \times 10^{-6} \beta f_s \sqrt[3]{d_c A}$$

*Persamaan Gergely-Lutz (MacGregor dan Wight, 2006)*

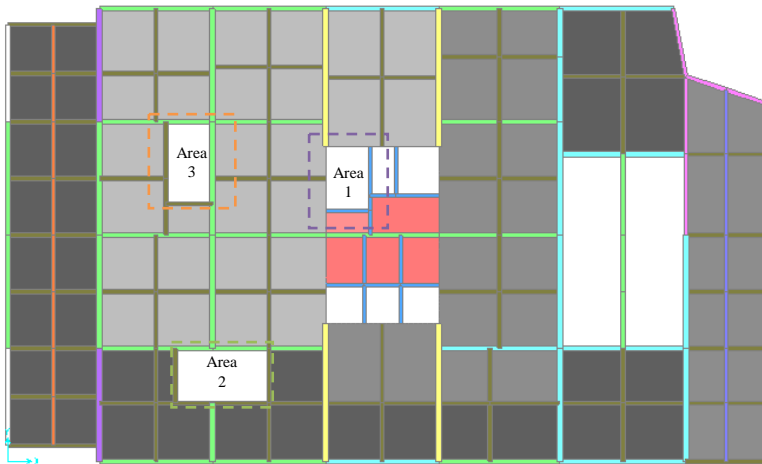
$$\omega = 11 \times 10^{-6} \beta f_s \sqrt[3]{d_c A} \leq 0,3$$

$$\omega = (11 \times 10^{-6})(1) \left( \frac{2}{3}(400) \right) \sqrt[3]{(30)(2 \times 30 \times 24)}$$

$$\omega = 0,1029 \leq 0,3 \quad \textbf{(memenuhi)}$$

### 4.3.2 Perhitungan Tangga

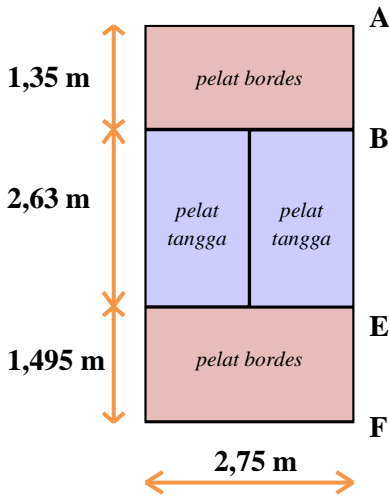
Pada perencanaan struktur tangga Hotel Ammeerra Jakarta, terdapat tiga area tangga pada ketinggian yang berbeda. Perencanaan tulangan tangga tak berbeda jauh dengan perencanaan penulangan pelat satu arah yang terdiri dari tulangan utama dan tulangan pembagi/susut. Desain tangga dibuat dengan kemiringan per pelat tangga kisaran  $25^\circ > \alpha < 40^\circ$  dengan tinggi injakan anak tangga kisaran 17 cm – 18 cm sehingga pengguna tangga Hotel Ammeerra akan nyaman dalam beraktifitas naik dan turun per lantainya.



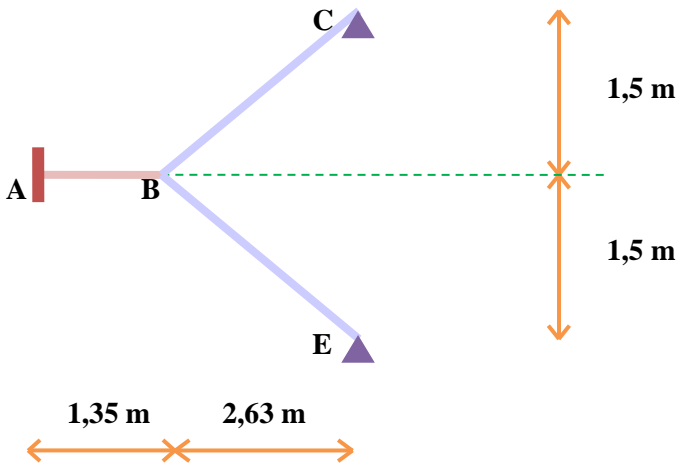
Gambar 4. 9 Sketsa Denah Lantai Lobby Area Tangga



### 1. Perencanaan tangga area 1



Gambar 4. 10 Sketsa Denah Perencanaan Tangga Area 1



Gambar 4. 11 Sketsa Potongan Perencanaan Tangga Area 1

**Data Perencanaan:**

1. Tipe Tangga	Area 1	
2. Panjang datar tangga	263	cm
3. Tinggi pelat tangga BD	150	cm
4. Tinggi pelat tangga BF	150	cm
5. Lebar tangga	275	cm
6. Tebal pelat bordes	15	cm
7. Tebal pelat tangga	21,708	cm
8. Lebar injakan	30	cm
9. Tinggi injakan	17	cm
10. Mutu Beton (fc')	30	MPa
11. Mutu tulangan $\emptyset$	240	MPa
12. Mutu tulangan D	400	MPa

Syarat kemiringan tangga :

$$\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{1,5 \text{ m}}{2,63 \text{ m}} = 29,6979^\circ$$

Kontrol :

$$25^\circ < \alpha < 40^\circ$$

$$25^\circ < 29,6979^\circ < 40^\circ \quad (\text{memenuhi})$$

Tebal efektif pelat tangga :

$$\text{Luas } \Delta 1 = 0,5 \times l \times t = 0,5 \times 30 \times 17 = 225 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas } \Delta 2 &= 0,5 \times (i^2 + t^2)^{0,5} \cdot d \\ &= 0,5 \times (30^2 + 17^2)^{0,5} \cdot d = 16,771 \text{ d} \end{aligned}$$

Persamaan luas  $\Delta 1 = \text{luas } \Delta 2$

$$225 = 16,771 \text{ d}$$

$$d = 13,416 \text{ cm}$$

$$0,5d = 6,708 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi efektif pelat} = 15 \text{ cm} + 6,708 \text{ cm} = 21,708 \text{ cm}$$

### Pembebanan pada tangga

➤ Pembebanan pada pelat tangga BC dan BE

a. Beban mati ( $q_D$ )

1. Berat sendiri pelat	$= \frac{0,21708 \text{ m}}{\cos 30^\circ} \times 2400 \text{ kg/m}^3$
	$= 0,2507 \times 2400 \text{ kg/m}^3$
	$= 601,5897 \text{ kg/m}^2$
2. Keramik	$= 15 \text{ kg/m}^2$
3. Perekat keramik lantai	$= 25 \text{ kg/m}^2$
4. Pegangan Tangga	$= 10 \text{ kg/m}^2$
	<hr/>
Maka, $q_D$ Total	$= 651,5897 \text{ kg/m}^2$
$q_D$ Total x lebar tangga	$= 651,5897 \text{ kg/m}^2 \times 1,375 \text{ m}$
	$= 895,9358 \text{ kg/m}$

b. Beban hidup ( $q_L$ )

Beban terpusat tangga ( $q_L$ )	$= 133 \text{ kg}$
Maka, $q_L$ Total	$= 133 \text{ kg}$
$q_L$ Total : lebar tangga	$= 133 \text{ kg} : 1,375 \text{ m}$
	$= 96,7273 \text{ kg/m}$

c. Beban ultimit ( $q_U$ )

$q_U$	$= 1,2 q_D + 1,6 q_L$
	$= 1,2(895,9358) + 1,6(96,7273)$
	$= 1223,4866 \text{ kg/m}$

➤ Pembebanan pada pelat bordes AB

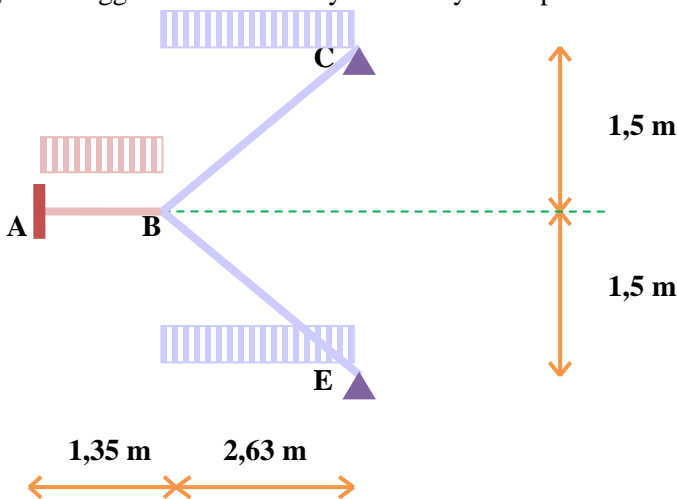
a. Beban mati ( $q_D$ )

1. Berat sendiri pelat	$= 2400 \text{ kg/m}^3 \times h$
	$= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,15 \text{ m}$
	$= 360 \text{ kg/m}^2$
2. Keramik	$= 15 \text{ kg/m}^2$
3. Perekat keramik lantai	$= 25 \text{ kg/m}^2$
4. Pegangan Tangga	$= 10 \text{ kg/m}^2$
	<hr/>
Maka, $q_D$ Total	$= 410 \text{ kg/m}^2$
$q_D$ Total x lebar tangga	$= 410 \text{ kg/m}^2 \times 2,75 \text{ m}$
	$= 1127,5 \text{ kg/m}$

- b. Beban hidup ( $q_L$ )  
 Beban terpusat tangga ( $q_L$ ) = 133 kg  
 Maka,  $q_L$  Total = 133 kg  
 $q_L$  Total : lebar tangga = 133 kg : 2,75 m  
 = 48,3636 kg/m
- c. Beban ultimit ( $q_U$ )  
 $q_U$  = 1,2  $q_D$  + 1,6  $q_L$   
 = 1,2(1127,5) + 1,6(48,3636)  
 = 1430,3818 kg/m

### Analisa Struktur Pelat Tangga dan Bordes

Dalam analisa struktur melalui ilmu mekanika, tangga akan diasumsikan sebagai frame 2 dimensi, yang kemudian dianalisa untuk menentukan gaya-gaya dalamnya dengan perencanaan struktur statis tak tentu. Tangga gedung Hotel Ammeerra ini akan dimodelkan sebagai frame statis tak tentu dengan metode cross dengan kondisi perletakan berupa sendi yang diletakkan sebagai ujung dari tangga dalam kondisinya umumnya berupa balok.



Gambar 4. 12 Sketsa Analisa Sturuktur Perencanaan Tangga  
 Area 1

Panjang miring tangga  $\sqrt{2,63^2 + 1,5^2} = 3,0277 \text{ m}$

### Metode Cross

$$\begin{aligned} \mu_{BC} : \mu_{AB} : \mu_{BE} &= \frac{3EI}{3,0277} : \frac{4EI}{1,35} : \frac{3EI}{3,0277} \\ &= 0,9908 EI : 2,9629 EI : 0,9908 EI \end{aligned}$$

$$\mu_{AB} = \frac{2,9629EI}{2,9629EI + 0,9908EI + 0,9908EI} = 0,5992$$

$$\mu_{BC} = \mu_{BE} = \frac{0,9908EI}{2,9629EI + 0,9908EI + 0,9908EI} = 0,2004$$




$$\text{Kontrol : } \mu_{BA} + \mu_{BC} + \mu_{BE} = 1 \quad (\text{OK})$$

### Momen Primair

$$\text{MF AB} = + 1/12 \cdot 1430,3818 \cdot 1,35^2 = + 217,2392 \text{ kgm}$$

$$\text{MF BC} = - 1/8 \cdot 1223,4866 \cdot 2,63^2 = - 1057,8418 \text{ kgm}$$

$$\text{MF BE} = - 1/8 \cdot 1223,4866 \cdot 2,63^2 = - 1057,8418 \text{ kgm}$$

Tabel Cross			
Titik Batang	B		
	AB	BC	BE
FD	-0,5992	-0,2004	-0,2004
MF	217,2392	-1057,8418	-1057,8418
MD	1137,5479	380,4483	380,4483
MI	0	0	0
MD	0	0	0
M akhir	1354,7871	-677,3935	-677,3935
Gambar Momen			

Kontrol Momen Akhir pada Tabel Cross

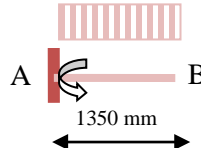
$$\sum M. \text{ Akhir} = 0$$

$$M.AB + M.BC + M.BE = 0$$

$$1354,7871 - 677,3935 - 677,3935 = 0$$

Batang AB

$$\begin{aligned}\Sigma M_B &= 0 && \text{dimisalkan } V_B \uparrow \\ -V_A \cdot L + \frac{1}{2} \cdot q \cdot L^2 - M_{(AB)} &= 0 \\ -V_A \cdot 1,35\text{m} + \frac{1}{2} \cdot 1430,3818 \text{ kg/m} \cdot (1,35\text{m})^2 - 1354,7871 \text{ kgm} &= 0 \\ V_A &= -38,0383 \text{ kg} \\ V_A &= 38,0383 \text{ kg} \downarrow\end{aligned}$$

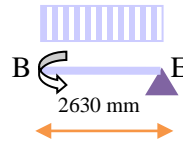


Maka,

$$\begin{aligned}V_B &= Q \cdot L - V_A = 1430,3818 \text{ kg/m} \cdot 1,35 \text{ m} - 38,0383 \text{ kg} \\ &= 1892,9771 \text{ kg} \uparrow\end{aligned}$$

Batang BE

$$\begin{aligned}\Sigma M_B &= 0 && \text{dimisalkan } V_E \uparrow \\ V_E \cdot L - \frac{1}{2} \cdot q \cdot L^2 + M_{(BE)} &= 0 \\ V_E \cdot 2,63\text{m} - \frac{1}{2} \cdot 1223,4866 \text{ kg/m} \cdot (2,63\text{m})^2 + 677,3935 \text{ kgm} &= 0 \\ V_E &= 1351,3208 \text{ kg} \uparrow\end{aligned}$$



Maka,

$$\begin{aligned}V_B &= Q \cdot L - V_E = 1223,4866 \text{ kg/m} \cdot 2,63 \text{ m} + 1351,3208 \text{ kg} \\ &= 1866,4489 \text{ kg} \uparrow\end{aligned}$$

Batang BC

Untuk reaksi  $V_B$  pada batang BC, dapat diambil langsung dari reaksi penjumlahan antara reaksi  $V_B$  di batang AB dan BE, namun perlu diketahui bahwa reaksi  $V_B$  pada batang BC harus memiliki arah yang berlawanan dengan 2 reaksi  $V_B$  lainnya. Sehingga kontrol  $\Sigma V$  pada titik B = 0 (karena bukan merupakan perletakan)

Maka reaksi  $V_B$  pada batang BC dapat ditentukan sebagai berikut;

$$\begin{aligned}\Sigma V &= 0 \\ V_{B,BC} + V_{B,BE} + V_{B,AB} &= 0 \\ V_{B,BC} + 1866,4489 + 1892,9771 &= 0 \\ V_{B,BC} &= 3759,426 \text{ kg} \downarrow\end{aligned}$$

Maka, reaksi  $V_C$  dapat ditentukan

$$V_C = Q.L + V_B = 1223,4866 \text{ kg/m} \cdot 2,63 \text{ m} + 3759,426 \text{ kg} \\ = 6977,1958 \text{ kg} \downarrow$$

### Mencari $M_{max}$

Batang BC

$$N_{BC} = -V_B \sin(30) = -3759,426 \sin(30) = -1879,713 \text{ kg}$$

$$D_{BC} = V_{BC} \cos(30) = 3759,426 \cos(30) = 3255,7584 \text{ kg}$$

$$D_{CB} = V_{CC} \cos(30) = 6977,1958 \cos(30) = 6042,4288 \text{ kg}$$

Bidang N, D dan M

Lihat Kiri Potongan

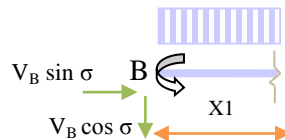
$$N_{X1} = -1879,713 \text{ kg}$$

$$X1 = 0$$

$$N_B = 0$$

$$X1 = 2,63 \text{ m}$$

$$N_C = -1879,713 \text{ kg}$$



$$D_{X1} = -3255,7584 + 1223,4866 \cdot X1$$

$$X1 = 0$$

$$D_B = 3255,7584 \text{ kg}$$

$$X1 = 2,63 \text{ m}$$

$$D_C = -37.9886 \text{ kg}$$

### Mencari $M_{max}$

Batang BE

$$N_{BE} = V_B \sin(30) = 1866,4489 \sin(30) = 933,2245 \text{ kg}$$

$$D_{BE} = V_{BC} \cos(30) = 1866,4489 \cos(30) = 1616,3922 \text{ kg}$$

$$D_{EB} = V_{EC} \cos(30) = 1351,3208 \cos(30) = 1170,2781 \text{ kg}$$

Bidang N, D dan M

Lihat Kiri Potongan

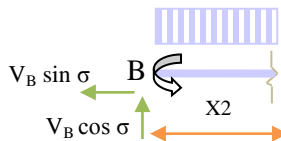
$$N_{X2} = 933,2245 \text{ Kg}$$

$$X2 = 0$$

$$N_B = 0$$

$$X2 = 2,63 \text{ m}$$

$$N_E = 933,2245 \text{ kg}$$



$$DX2 = -1616,3922 + 1223,4866 \cdot X2$$

$$X2 = 0 \quad DB = -1616,3922 \text{ kg}$$

$$X2 = 2,63 \text{ m} \quad DE = 1601,3776 \text{ kg}$$

Pada D = 0, terjadi momen maximum

$$DX2 = 0$$

$$-1616,3922 + 1223,4866 \cdot X2 = 0$$

$$X2 = 1,3104 \text{ m (dari titik B)}$$

$$M_{\max} = -1616,3922 \cdot (X2) + \frac{1}{2} \cdot 1223,4866 (X2) - M_{(BE)}$$

$$M_{\max} = -1616,3922 (1,3104) + 611,7433 (1,3104) - 677,3935$$

$$M_{\max} = -1993,8854 \text{ kgm (Momen Max Tangga)}$$

$$X2 = 0 \quad MB = -677,3935 \text{ kg}$$

$$X2 = 2,63 \text{ m} \quad ME = -682,2708 \text{ kg}$$

Dari hasil perhitungan mekanika teknik tangga, diperoleh nilai momen yang akan disajikan dalam bentuk tabel berikut;

Letak	Momen (kgm)
Momen Max BE	1993,8854 kgm
Momen Max AB	1354,7871 kgm

*Momen tangga diambil terbesar, yaitu = 1993,8854 kgm, sedangkan momen pada bordes diambil 1354,7871 kgm, selanjutnya akan digunakan dalam hitungan analisa penulangan pelat.*



Koefisien penentu penulangan

- Nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'}$$

$$m = \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa}}$$

$$m = 15,6863$$

- Nilai  $\beta_1$

Reduksi  $\beta_1$  sebesar 0,05 untuk setiap kelebihan kekuatan ssebesar 7 MPa diatas 28 MPa

*SNI 03-2874-2013 Pasal 10.2.7.3*

Mutu beton pakai ( $f_c'$ ) = 30 MPa, kenaikan 2 MPa dari 28 MPa.

Maka, nilai reduksi untuk  $f_c' = 30 \text{ MPa}$  adalah

$$\frac{2 \text{ MPa}}{7 \text{ MPa}} = \frac{x}{0,05}$$

$$x = \frac{2 \text{ MPa} \cdot 0,05}{7 \text{ MPa}}$$

$$x = 0,014286$$

$$\beta_1 = 0,85 - x$$

$$\beta_1 = 0,85 - (0,014286)$$

$$\beta_1 = 0,8357$$

- Batasan penulangan

$$1. \quad \rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}}$$

$$= 0,0035$$

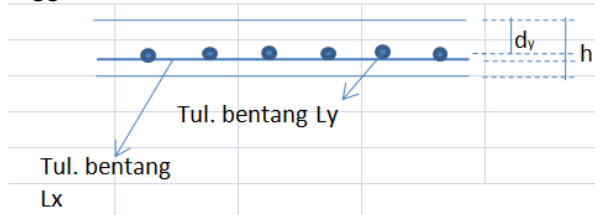
*SNI 03-2874-2013 Pasal 10.5.1*

$$\begin{aligned}
 2. \quad \rho_b &= \left( \frac{0,85\beta_1 f_c'}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600+f_y} \right) \right) \\
 &= \left( \frac{0,85 \cdot 0,8357 \cdot 30 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} \cdot \left( \frac{600}{600+400 \text{ MPa}} \right) \right) \\
 &= 0,03205
 \end{aligned}$$

SNI 03-2874-2013 Pasal B.8.4.2

$$\begin{aligned}
 3. \quad \rho_{maks} &= 0,75 \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,03205 \\
 &= 0,02404
 \end{aligned}$$

➤ Tinggi Efektif



Gambar 4. 13 Tinggi Efektif Potongan Pelat Tangga

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

Asumsi diameter pakai pada arah x (D) = 1,0 cm dan arah y (D') = 1,2 cm

Tinggi efektif penulangan

$$\begin{aligned}
 dx &= h - ts - D/2 \\
 &= 15 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - (1,0 \text{ cm}/2) \\
 &= 12,5 \text{ cm} = 125 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dy &= h - ts - D - D'/2 \\
 &= 15 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 1,0 \text{ cm} - (1,2 \text{ cm}/2) \\
 &= 11,4 \text{ cm} = 114 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

1. Penulangan pada pelat tangga

$$\text{Momen pelat tangga} = 19938854 \text{ N.mm}$$

Menentukan kebutuhan tulangan pelat

➤ Tulangan Arah Y

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{19938854 \text{ N} \cdot \frac{\text{mm}}{\text{m}}}{0,9} \\ &= 22154282,22 \text{ N.mm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b(d_y)^2} \\ &= \frac{22154282,22 \text{ N.mm/m}}{1000\text{mm} (114\text{mm})^2} \\ &= 1,70470 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,6863) \cdot 1,70470}{400 \text{ MPa}}} \right) \\ &= 0,00441 \end{aligned}$$

- Cek batasan  $\rho$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,00441 \leq 0,02404 \text{ (Memenuhi)}$$

*Karena  $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\min}$ , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  sebesar 0,00441*

$$\begin{aligned} \text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_y \\ &= 0,00441 \cdot 1000 \cdot 114 \text{ mm}^2 \\ &= 503,265 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ min}} &= \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \\
 &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \cdot 114 \text{ mm}^2 \\
 &= 0,0034232 \times 114000 \text{ mm}^2 \\
 &= 390,2523 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan pakai  $\emptyset 16 - 150$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (16 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 1340,41 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ perlu}} \\
 1340,41 \text{ mm}^2 &> 503,265 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi antar tulangan

$$S_{\text{maks}} \leq 3h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4*

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 3 \cdot h \\
 &= 3 \cdot 150 \text{ mm} \\
 &= 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

#### ➤ Tulangan Susut arah X

Pada tulangan susut, di gunakan tulangan ulir mutu 280 – 350 MPa yang memiliki rasio luas tulangan sebesar 0,002.

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1 a*

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{susut}} \cdot b \cdot \text{tebal pelat} \\
 &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 150 \text{ mm}^2 \\
 &= 300 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan untuk komponen tulangan susut :  
Tulangan pakai  $\varnothing 8 - 150$

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ pakai} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (8 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 335,1032 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_s \text{ pakai} &> A_s \text{ perlu} \\
 335,1032 \text{ mm}^2 &> 300 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi tulangan susut

$$S_{\text{maks}} \leq 5h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.2*

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 5 \cdot h \\
 &= 5 \cdot 150 \text{ mm} \\
 &= 750 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 600 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Atau

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

2. Penulangan pada pelat bordes

$$\text{Momen pelat bordes} = 13547871 \text{ N.mm}$$

Menentukan kebutuhan tulangan pelat

➤ Tulangan Arah Y

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{Mu}{\phi} \\
 &= \frac{13547871 \text{ N} \cdot \frac{\text{mm}}{\text{m}}}{0,9} \\
 &= 15053190 \text{ N.mm/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{Mn}{b(d_y)^2} \\
 &= \frac{15053190 \text{ N.mm/m}}{1000\text{mm} (114\text{mm})^2} \\
 &= 1,15829
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,6863} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,6863) \cdot 1,15829}{400 \text{ MPa}}} \right) \\
 &= 0,009131
 \end{aligned}$$

- Cek batasan  $\rho$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\min} &\leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max} \\
 0,0035 &\geq 0,00296 \leq 0,02397 \text{ (**tidak memenuhi**)}
 \end{aligned}$$

*Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  memakai  $\rho_{\min}$  sebesar 0,0035*

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_y \\
 &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 114 \text{ mm}^2 \\
 &= 399,000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned}
 A_{s \min} &= \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \\
 &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \cdot 114 \text{ mm}^2 \\
 &= 0,0034232 \times 114000 \text{ mm}^2 \\
 &= 390,2523 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan pakai Ø16 – 150

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (16 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} \right) \\
 &= 1340,413 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ perlu}} \\
 1340,413 \text{ mm}^2 &> 390,2523 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi antar tulangan

$$S_{\text{maks}} \leq 3h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4*

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 3 \cdot h \\
 &= 3 \cdot 150 \text{ mm} \\
 &= 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

#### ➤ Tulangan Susut arah X

Pada tulangan susut, di gunakan tulangan ulir mutu 280 – 350 MPa yang memiliki rasio luas tulangan sebesar 0,002.

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1 a*

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } A_{s \text{ perlu}} &= \rho_{\text{susut}} \cdot b \cdot \text{tebal pelat} \\
 &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 150 \text{ mm}^2 \\
 &= 300 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan untuk komponen tulangan susut :  
Tulangan pakai  $\varnothing 8 - 150$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (8 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 335,1032 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ perlu}} \\
 335,1032 \text{ mm}^2 &> 300 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi tulangan susut

$$S_{maks} \leq 5h \text{ atau } S_{maks} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.2*

$$\begin{aligned} S_{maks} &= 5 \cdot h \\ &= 5 \cdot 150 \text{ mm} \\ &= 750 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Cek : } S_{pakai} < S_{maks}$$

$$150 \text{ mm} < 600 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Atau

$$150 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

### 3. Panjang penyaluran

Panjang penyaluran kait tulangan pelat tangga ke sloof 30/40.

$$\begin{aligned} L_{dh} &= \frac{\frac{0,24 \cdot \Psi_e \cdot f_y}{\sqrt{f_{ct}}}}{db} \\ &= \frac{0,24 \cdot \Psi_e \cdot f_y}{\lambda \sqrt{f_{ct}}} \cdot db \end{aligned}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 12.5.2*

Dengan koefisien :

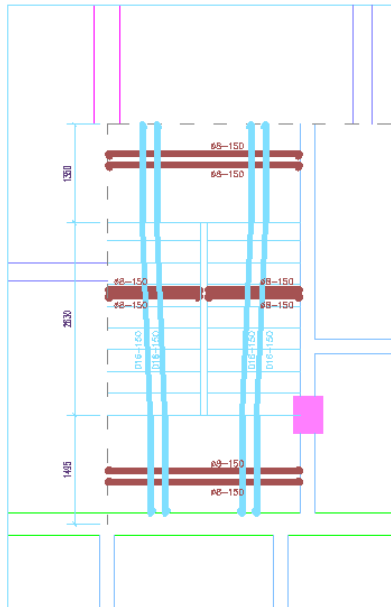
$$\Psi_e \text{ dan } \lambda = 1,0$$

$$Db \text{ tulangan pelat tangga} = 16 \text{ mm}$$

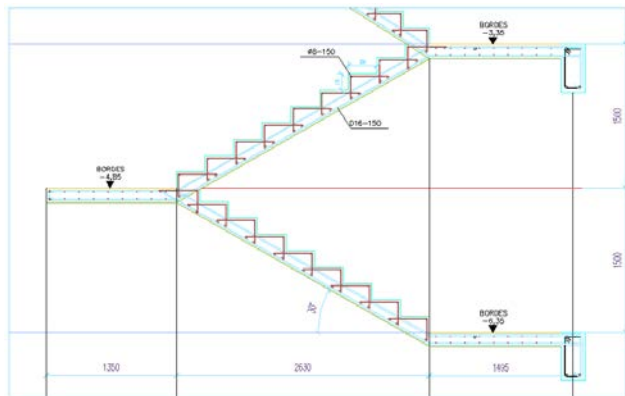
$$\begin{aligned} \text{Maka, panjang } L_{dh} &= \frac{0,24 \cdot \Psi_e \cdot f_y}{\lambda \sqrt{f_{ct}}} \cdot db \\ &= \frac{0,24 \cdot 1 \cdot 400 \text{ MPa}}{1 \sqrt{30 \text{ MPa}}} \cdot 16 \text{ mm} \\ &= 280,434 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$L_{dh} \text{ pakai} = 300 \text{ mm}$$





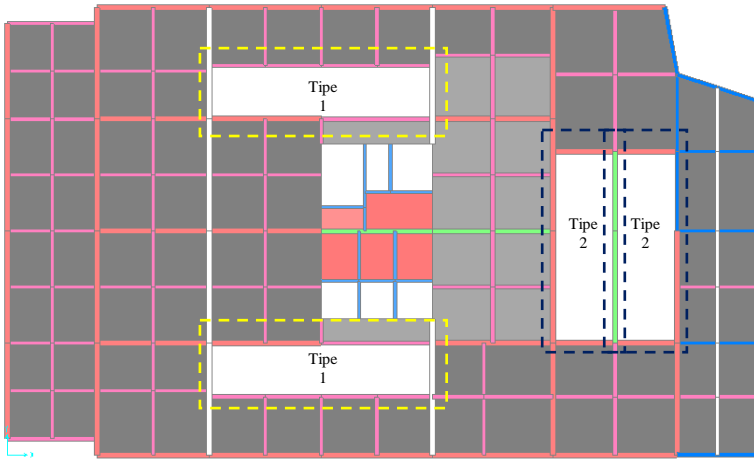
Gambar 4. 14 Denah Penulangan Struktur Tangga Area 1



Gambar 4. 15 Potongan Struktur Tangga Area 1

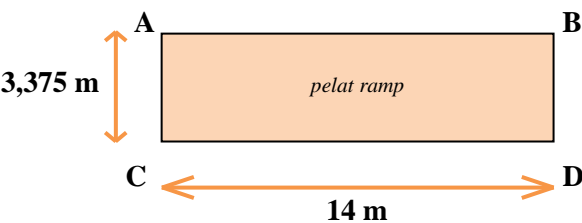
### 4.3.3 Perhitungan *Ramp*

Pada perencanaan struktur tangga Hotel Ammeerra Jakarta, terdapat dua area *ramp* pada ketinggian yang berbeda. Perencanaan tulangan *ramp* tak berbeda jauh dengan perencanaan penulangan pelat satu arah yang terdiri dari tulangan utama dan tulangan pembagi/susut.

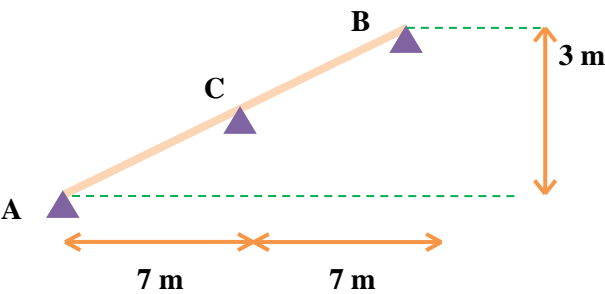


Gambar 4. 16 Sketsa Denah Lantai B1 Area *Ramp*

1. Perencanaan *ramp* tipe 1



Gambar 4. 17 Sketsa Denah Perencanaan *Ramp* Tipe 1



Gambar 4. 18 Sketsa Potongan Perencanaan *Ramp* Tipe 1

Data Perencanaan:

1. Tipe <i>Ramp</i>	Tipe 1	
2. Panjang datar <i>ramp</i>	1400	cm
3. Tinggi pelat <i>ramp</i> AB	300	cm
4. Lebar <i>ramp</i>	337,5	cm
5. Tebal pelat <i>ramp</i>	15	cm
6. Mutu Beton ( $f_c'$ )	30	MPa
7. Mutu tulangan $\emptyset$	240	MPa
8. Mutu tulangan D	400	MPa

### Pembebanan pada tangga

#### ➤ Pembebanan pada pelat *ramp* AB

##### a. Beban hidup ( $q_L$ )

$$\text{Beban terpusat tangga } (q_L) = 192 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Maka, } q_L \text{ Total} = 192 \text{ kg/m}^2$$

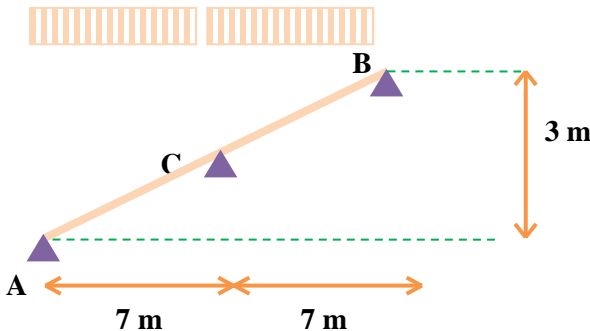
$$\begin{aligned} q_L \text{ Total} \times \text{lebar tangga} &= 192 \text{ kg/m}^2 \times 3,375 \text{ m} \\ &= 648 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

##### b. Beban ultimit ( $q_U$ )

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= 1,2(0) + 1,6(648) \\ &= 1036,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

### Analisa Struktur Pelat *Ramp*

Dalam analisa struktur melalui ilmu mekanika, *ramp* akan diasumsikan sebagai frame 2 dimensi, yang kemudian dianalisa untuk menentukan gaya-gaya dalamnya dengan perencanaan struktur statis tak tentu. *Ramp* gedung Hotel Ammeerra ini akan dimodelkan sebagai frame statis tak tentu dengan metode cross dengan kondisi perletakan berupa sendi yang diletakkan sebagai ujung dari *ramp* dalam kondisinya umumnya berupa balok.



Gambar 4. 19 Sketsa Analisa Struktur Perencanaan *Ramp* Tipe

Panjang miring *ramp*  $\sqrt{14^2 + 3^2} = 14,3178 \text{ m}$

### Metode Cross

$$\begin{aligned}\mu_{CA} : \mu_{CB} &= \frac{3EI}{14,3178} : \frac{3EI}{14,3178} \\ &= 0,2095 EI : 0,2095 EI\end{aligned}$$

$$\mu_{CA} = \frac{0,2095EI}{0,2095EI + 0,2095EI} = 0,5$$



$$\mu_{CB} = \frac{0,2095EI}{0,2095EI + 0,2095EI} = 0,5$$

$$\text{Kontrol : } \mu_{CA} + \mu_{CB} = 1 \quad (\text{OK})$$

### Momen Primair

$$\text{MF CA} = -1/8 \cdot 1036,8 \cdot 7^2 = -6350,4 \text{ kgm}$$

$$\text{MF CB} = +1/8 \cdot 1036,8 \cdot 7^2 = +6350,4 \text{ kgm}$$

Tabel Cross		
Titik Batang	C	
	CA	CB
FD	-0,2095	-0,2095
MF	-6350,4	+6350,4
MD	0	0
MI	0	0
MD	0	0
M akhir	-6350,4	+6350,4
Gambar Momen		

Kontrol Momen Akhir pada Tabel Cross

$$\sum M. \text{ Akhir} = 0$$

$$M.CA + M.CB = 0$$

$$-6350,4 + 6350,4 = 0$$

Batang CA

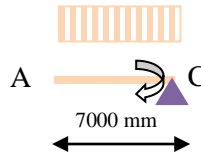
$$\Sigma M_A = 0 \quad \text{dimisalkan } V_A \uparrow$$

$$V_A \cdot L + \frac{1}{2} \cdot q \cdot L^2 + M_{(CA)} = 0$$

$$V_A \cdot 7 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 1036,8 \text{ kg/m} \cdot (7 \text{ m})^2 + \text{kgm} = 0$$

$$V_A = -3628,8 \text{ kg}$$

$$V_A = 3628,8 \text{ kg} \quad \downarrow$$



Maka,

$$\begin{aligned} V_C = Q \cdot L - V_A &= 1036,8 \text{ kg/m} \cdot 7 \text{ m} - 3628,8 \text{ kg} \\ &= 3628,8 \text{ kg} \quad \uparrow \end{aligned}$$

Mencari Mmax

Batang CA

$$N_{CA} = V_C \sin (30) = 3628,8 \sin (12) = 754,4699 \text{ kg}$$

$$D_{CA} = V_C \cos (30) = 3628,8 \cos (12) = 3549,5020 \text{ kg}$$

$$D_{AC} = V_A \cos (30) = 3628,8 \cos (12) = 3549,5020 \text{ kg}$$

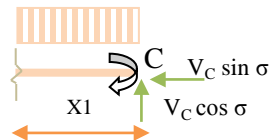
Bidang N, D dan M

Lihat Kanan Potongan

$$N_{X1} = 754,4699 \text{ Kg}$$

$$X1 = 0 \quad \quad \quad N_B = 0$$

$$X1 = 7 \text{ m} \quad \quad \quad N_E = -754,4699 \text{ kg}$$



$$D_{X1} = -3549,5020 + 1036,8 \cdot X1$$

$$X1 = 0 \quad \quad \quad D_B = -8493,4512 \text{ kg}$$

$$X1 = 7 \text{ m} \quad \quad \quad D_E = -1235,8512 \text{ kg}$$

Pada D = 0, terjadi momen maximum

$$D_{X1} = 0$$

$$-3549,5020 + 1036,8 \cdot X1 = 0$$

$$X1 = 3,4235 \text{ m (dari titik C)}$$

$$M_{\max} = 3549,5020 \cdot (X1) - 1036,8 (X1) \cdot \frac{1}{2} X1 - M_{(CA)}$$

$$M_{\max} = 3549,5020 (3,4235) - 1036,8 (3,4235)(1,7118) -$$

$$M_{\max} = - 6075,7120 \text{ kgm (Momen Max Ramp)}$$

$$X_2 = 0 \qquad \qquad \qquad MB = 0 \qquad \qquad \text{kg}$$

$$X_2 = 7 \text{ m} \qquad \qquad \qquad ME = 555,086 \text{ kg}$$

*Dari hasil perhitungan mekanika teknik ramp, Momen ramp diambil terbesar, yaitu = 6075,7120 kgm, selanjutnya akan digunakan dalam hitungan analisa penulangan pelat.*

Koefisien penentu penulangan

- Nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'}$$

$$m = \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa}}$$

$$m = 15,6863$$

- Nilai  $\beta_1$

Reduksi  $\beta_1$  sebesar 0,05 untuk setiap kelebihan kekuatan sebesar 7 MPa diatas 28 MPa

*SNI 03-2874-2013 Pasal 10.2.7.3*

Mutu beton pakai ( $f_c'$ ) = 30 MPa, kenaikan 2 MPa dari 28 MPa.

Maka, nilai reduksi untuk  $f_c' = 30 \text{ MPa}$  adalah

$$\frac{2 \text{ MPa}}{7 \text{ MPa}} = \frac{x}{0,05}$$

$$x = \frac{2 \text{ MPa} \cdot 0,05}{7 \text{ MPa}}$$

$$x = 0,014286$$

$$\beta_1 = 0,85 - x$$

$$\beta_1 = 0,85 - (0,014286)$$

$$\beta_1 = 0,8357$$

- Batasan penulangan

$$\begin{aligned} 1. \quad \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

*SNI 03-2874-2013 Pasal 10.5.1*

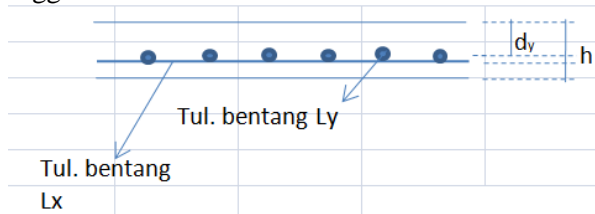


$$\begin{aligned}
 2. \quad \rho_b &= \left( \frac{0,85\beta_1 f_c'}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600+f_y} \right) \right) \\
 &= \left( \frac{0,85 \cdot 0,8357 \cdot 30 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} \cdot \left( \frac{600}{600+400 \text{ MPa}} \right) \right) \\
 &= 0,03205
 \end{aligned}$$

SNI 03-2874-2013 Pasal B.8.4.2

$$\begin{aligned}
 3. \quad \rho_{maks} &= 0,75 \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,03205 \\
 &= 0,02404
 \end{aligned}$$

➤ Tinggi Efektif



Gambar 4. 20 Tinggi Efektif Potongan Pelat Tangga

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

Asumsi diameter pakai pada arah x (D) = 1,0 cm dan arah y (D') = 1,2 cm

Tinggi efektif penulangan

$$\begin{aligned}
 dx &= h - ts - D/2 \\
 &= 15\text{cm} - 2\text{cm} - (1,0\text{cm}/2) \\
 &= 12,5 \text{ cm} = 125 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dy &= h - ts - D - D'/2 \\
 &= 15\text{cm} - 2\text{cm} - 1,0\text{cm} - (1,2\text{cm}/2) \\
 &= 11,4 \text{ cm} = 114 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

1. Penulangan pada pelat *ramp*

$$\text{Momen pelat } ramp = 60757120 \text{ N.mm}$$

Menentukan kebutuhan tulangan pelat

➤ Tulangan Arah Y

$$\begin{aligned} Mn &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{60757120 \text{ N} \cdot \frac{\text{mm}}{\text{m}}}{0,9} \\ &= 67507911,11 \text{ N.mm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rn &= \frac{Mn}{b(d_y)^2} \\ &= \frac{67507911,11 \text{ N.mm/m}}{1000\text{mm} (114\text{mm})^2} \\ &= 5,19451 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,6863) \cdot 5,19451}{400 \text{ MPa}}} \right) \\ &= 0,01468 \end{aligned}$$

- Cek batasan  $\rho$ 

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,014681 \leq 0,02404 \text{ (Memenuhi)}$$

Karena  $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\min}$ , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  sebesar 0,014681

$$\begin{aligned} \text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_y \\ &= 0,014681 \cdot 1000 \cdot 114 \text{ mm}^2 \\ &= 1673,002 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan minimum untuk komponen struktur lentur :

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ min}} &= \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \\
 &= \frac{0,25 \sqrt{30 \text{ MPa}}}{400 \text{ MPa}} 1000 \cdot 114 \text{ mm}^2 \\
 &= 0,0034232 \times 114000 \text{ mm}^2 \\
 &= 390,2523 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan pakai  $\emptyset 19 - 150$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pakai}} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (19 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 1890,19 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_{s \text{ pakai}} &> A_{s \text{ perlu}} \\
 1890,19 \text{ mm}^2 &> 1673,002 \text{ mm}^2 \quad (\text{memenuhi})
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi antar tulangan

$$S_{\text{maks}} \leq 3h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4*

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 3 \cdot h \\
 &= 3 \cdot 150 \text{ mm} \\
 &= 450 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})
 \end{aligned}$$

#### ➤ Tulangan Susut arah X

Pada tulangan susut, di gunakan tulangan ulir mutu 280 – 350 MPa yang memiliki rasio luas tulangan sebesar 0,002.

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1 a*

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{susut}} \cdot b \cdot \text{tebal pelat} \\
 &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 150 \text{ mm}^2 \\
 &= 300 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cek kebutuhan tulangan untuk komponen tulangan susut :  
Tulangan pakai Ø8 – 150

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ pakai} &= \frac{1}{4} \pi D^2 (b/s) \\
 &= \frac{1}{4} \pi (8 \text{ mm})^2 \left( \frac{1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \right) \\
 &= 335,1032 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } A_s \text{ pakai} &> A_s \text{ perlu} \\
 335,1032 \text{ mm}^2 &> 300 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- Cek syarat spasi tulangan susut

$$S_{\text{maks}} \leq 5h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.2*

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= 5 \cdot h \\
 &= 5 \cdot 150 \text{ mm} \\
 &= 750 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cek : } S_{\text{pakai}} &< S_{\text{maks}} \\
 150 \text{ mm} &< 600 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Atau} \\
 150 \text{ mm} &< 450 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

## 2. Panjang penyaluran

Panjang penyaluran kait tulangan pelat tangga ke sloof 30/40.

$$\begin{aligned}
 L_{dh} &= \frac{\frac{0,24 \cdot \Psi_e \cdot f_y}{\sqrt{f'c}}}{\frac{db}{\lambda \sqrt{f'c}}} \cdot db \\
 &= \frac{0,24 \cdot \Psi_e \cdot f_y}{\lambda \sqrt{f'c}} \cdot db
 \end{aligned}$$

*SNI 2847-2013 Pasal 12.5.2*

Dengan koefisien :

$$\Psi_e \text{ dan } \lambda = 1,0$$

$$\begin{aligned}
 \text{Db tulangan pelat tangga} &= 16 \text{ mm} \\
 \text{Maka, panjang } L_{dh} &= \frac{0,24 \cdot \psi_e \cdot f_y}{\lambda \sqrt{f_{c'}}} \cdot d_b \\
 &= \frac{0,24 \cdot 1.400 \text{ MPa}}{1 \sqrt{30 \text{ MPa}}} \cdot 19 \text{ mm} \\
 &= 330,015 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

*L<sub>dh</sub> pakai = 350 mm*



Gambar 4. 21 Potongan Struktur *Ramp* Tipe 1

#### 4.4 Perencanaan Struktur Primer

##### 4.4.1 Perhitungan Tulangan Balok

Perhitungan tulangan balok induk B 35/70 pada joint 5 As G-Esw elevasi +5,95 menggunakan sistem ganda ditinjau berdasarkan momen terbesar, puntir terbesar. Berikut data-data perencanaan balok, gambar denah pembalokan, hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000, ketentuan perhitungan penulangan balok dengan metode SRPMK, perhitungan serta hasil akhir gambar penulangan balok adalah sebagai berikut :

Data-data perencanaan tulangan balok :

Tipe balok	: B 35/70
As balok	: As 5 / G-Esw
Bentang balok	: 8525 mm
Kuat tekan beton ( $f_c'$ )	: 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ )	: 400 MPa
Kuat leleh tulangan geser ( $f_{yv}$ )	: 240 MPa
Kuat leleh tulangan puntir ( $f_{yt}$ )	: 400 MPa
Diameter tulangan lentur ( $\emptyset$ lentur)	: 22
Diameter tulangan geser ( $\emptyset$ geser)	: 10
Diameter tulangan puntir ( $\emptyset$ puntir)	: 12
Jarak spasi tul. Sejajar (S sejajar)	: 25 mm
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 7.6.1</i>
Jarak spasi tulangan antar lapis	: 25 mm
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 7.6.2</i>
Tebal selimut beton (t decking)	: 40 mm
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 7.7.1</i>
Faktor $\beta_1$	: 0,838
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 10.2.7.3</i>
Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\phi$ )	: 0,9
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 9.3.2.1</i>
Faktor reduksi kekuatan geser ( $\phi$ )	: 0,75
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 9.3.2.3</i>
Faktor reduksi kekuatan puntir ( $\phi$ )	: 0,75
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 9.3.2.3</i>

Tinggi efektif balok :

$$d = h - \text{decking} - \varnothing \text{sengkang} - \frac{1}{2} \varnothing \text{tulangan lentur}$$

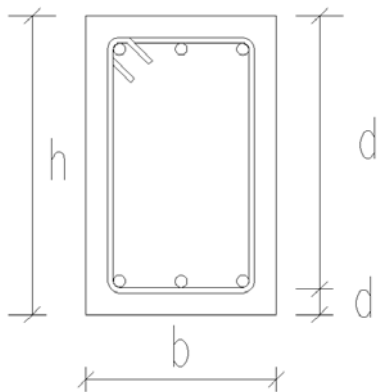
$$d = 750 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \frac{1}{2}(22 \text{ mm})$$

$$d = 689 \text{ mm}$$

$$d' = h - d$$

$$d' = 750 \text{ mm} - 689 \text{ mm}$$

$$d' = 61 \text{ mm}$$



Gambar 4. 22 Tinggi Efektif Balok

### Hasil output dan diagram gaya dalam dari SAP 2000

Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu SAP 2000, didapatkan hasil output dan diagram gaya dalam sehingga digunakan dalam proses perhitungan penulangan balok.

Adapun dalam pengambilan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 yaitu gaya yang ditinjau harus ditentukan dan digunakan akibat dari beberapa macam kombinasi pembebanan. Kombinasi pembebanan yang digunakan terdiri dari kombinasi beban gravitasi, kombinasi beban gempa dan kombinasi lainnya.

### Kombinasi Beban Gravitasi :

- Pembebanan akibat beban mati, beban hidup, beban hidup atap, dan beban angin

$$1,4D \quad (1)$$

$$1,2D + 1,6L + 0,5Lr \quad (2)$$

$$1,2D + 1,6Lr + 1,0L \quad (3)$$

$$1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5Lr \quad (4)$$

$$0,9D + 1,0W \quad (6)$$

### Kombinasi Beban Gempa untuk Desain Kekuatan

- Pembebanan akibat beban gravitasi dan beban gempa positif searah sumbu x

$$(1,2+0,2S_{DS})D + \rho Q_E + L$$

$$\rightarrow 1,264D + 1,3E_x + 0,39E_y + 1L \quad (5)$$

$$(0,9 - 0,2S_{DS})D + \rho Q_E + 1,6H$$

$$\rightarrow 0,836D + 1,3E_x + 0,39E_y \quad (7)$$

- Pembebanan akibat beban gravitasi dan beban gempa positif searah sumbu y

$$(1,2+0,2S_{DS})D + \rho Q_E + L$$

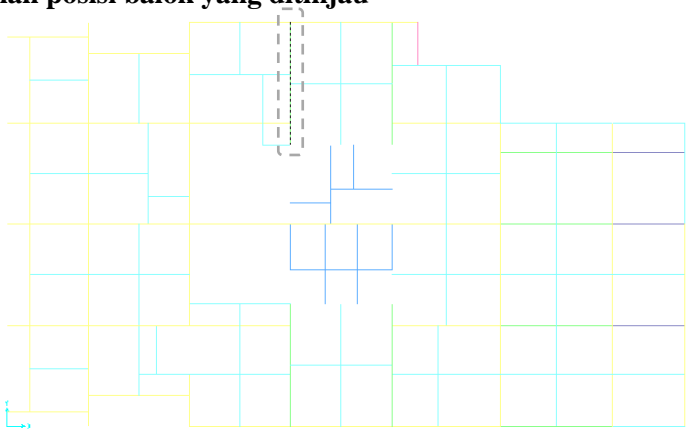
$$\rightarrow 1,264D + 1,3E_y + 0,39E_x + 1L \quad (5)$$

$$(0,9 - 0,2S_{DS})D + \rho Q_E + 1,6H$$

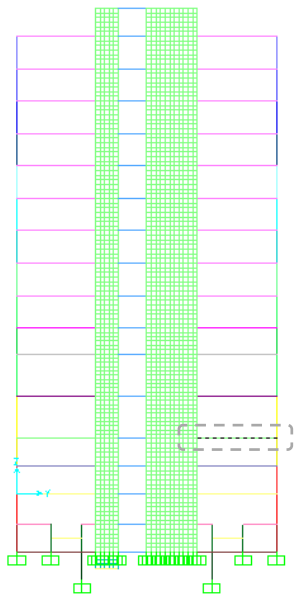
$$\rightarrow 0,836D + 1,3E_y + 0,39E_x \quad (7)$$



**Denah posisi balok yang ditinjau**



Gambar 4. 23 Denah Posisi Balok B 35/70 pada Joint 5 As G – Esw

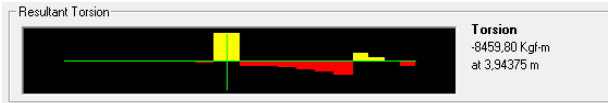


Gambar 4. 24 Posisi Balok B 35/70 pada Joint 5 As G – Esw

## HASIL OUTPUT SAP

### Hasil Ouput Diagram Puntir

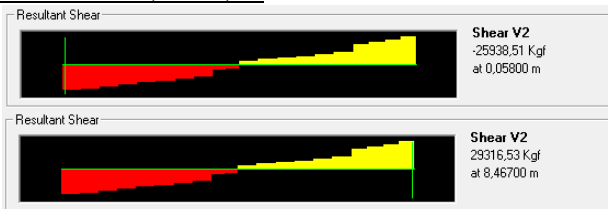
#### Kombinasi 1,4D



Momen Puntir : 8459,80 kgm

### Hasil Output Diagram Geser

#### Kombinasi 1,2D+1,0L

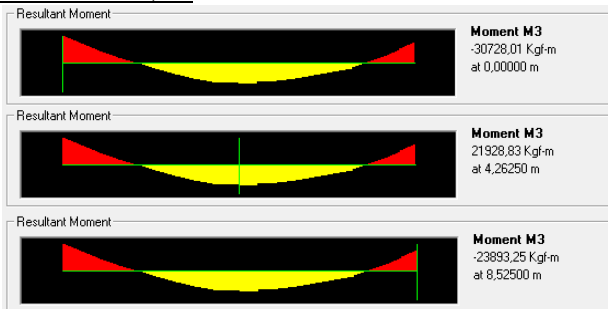


Gaya Geser Tumpuan : 25938,51 kg

Gaya Gerser Lapangan : 29316,53 kg

### Hasil Output Diagram Lentur

#### Kombinasi 1,4D

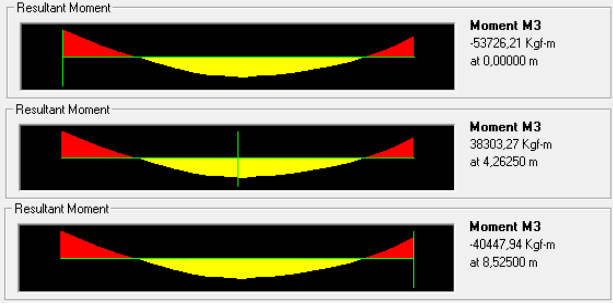


Momen Tumpuan Kiri : 30729,01 kgm

Momen Lapangan : 21928,83 kgm

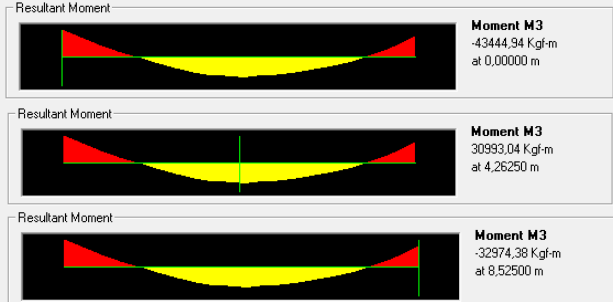
Momen Tumpuan Kanan : 23893,25 kgm

Kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5Lr



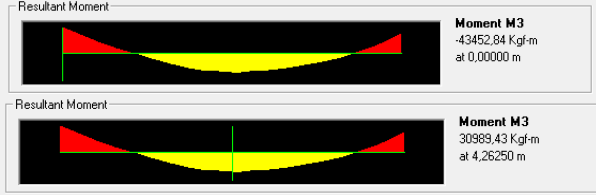
Momen Tumpuan Kiri : 53726,21 kgm  
Momen Lapangan : 38303,27 kgm  
Momen Tumpuan Kanan : 40447,94 kgm

Kombinasi 1,2D + 1,6Lr + 1,0L



Momen Tumpuan Kiri : 43444,94 kgm  
Momen Lapangan : 30993,04 kgm  
Momen Tumpuan Kanan : 32974,38 kgm

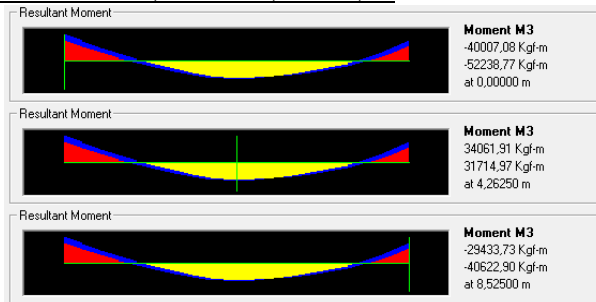
Kombinasi 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5Lr





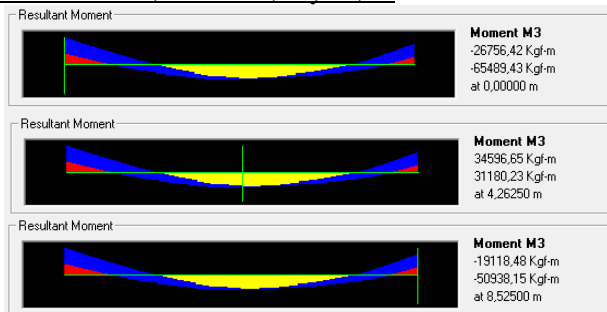
Momen Tumpuan Kiri : 43452,84 kgm  
 Momen Lapangan : 30989,43 kgm  
 Momen Tumpuan Kanan : 32964,28 kgm

### Kombinasi 1,3214D+1,3Ex+1,0L



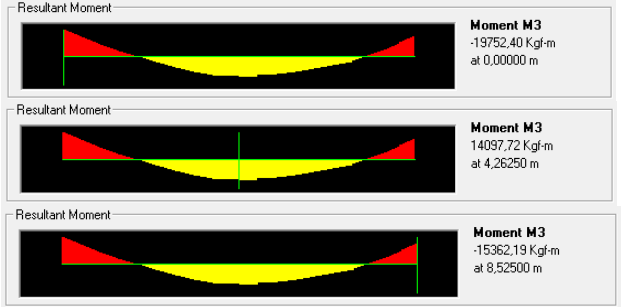
Momen Tumpuan Kiri : 52238,77 kgm  
 Momen Lapangan : 34061,91 kgm  
 Momen Tumpuan Kanan : 40622,90 kgm

### Kombinasi 1,3214D+1,3Ey+1,0L



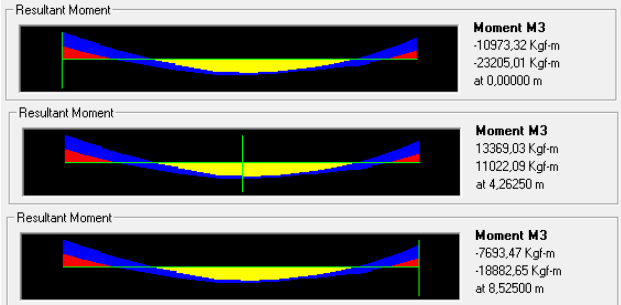
Momen Tumpuan Kiri : 65489,43 kgm  
 Momen Lapangan : 34596,65 kgm  
 Momen Tumpuan Kanan : 50938,15 kgm

Kombinasi 0,9D + 1,0W



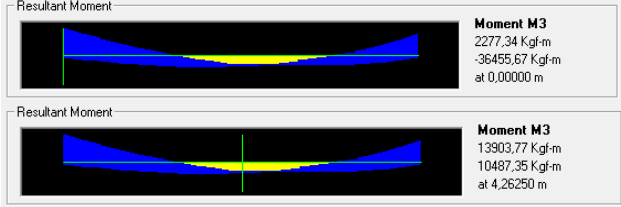
Momen Tumpuan Kiri : 19752,40 kgm  
Momen Lapangan : 14097,72 kgm  
Momen Tumpuan Kanan : 15362,19 kgm

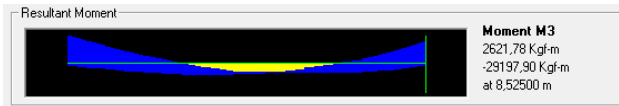
Kombinasi 0,7786D+1,3Ex



Momen Tumpuan Kiri : 23205,01 kgm  
Momen Lapangan : 13369,03 kgm  
Momen Tumpuan Kanan : 18882,65 kgm

Kombinasi 0,7786D+1,3Ex



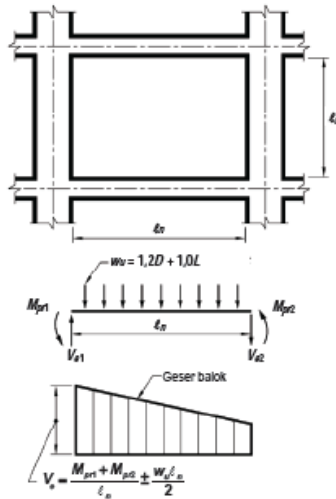


Momen Tumpuan Kiri : 36455,67 kgm  
 Momen Lapangan : 13903,77 kgm  
 Momen Tumpuan Kanan : 29197,90 kgm

Dari hasil output SAP diagram lentur dipilih momen-momen terbesar yang akan jadi acuan untuk memperhitungkan tulangan lentur. Berikut rekapitulasi momen-momen dalam semua kombinasi :

No	Kombinasi	Momen Tumpuan Kiri	Momen Lapangan	Momen Tumpuan Kanan
		(kgm)	(kgm)	(kgm)
1	1,4D	30781,01	21928,83	23893,25
2	1,2D+1,6L+0,5 Lr	53726,21	38303,27	40447,94
3	1,2D+1,6Lr+1,0L	43444,94	30993,04	32974,38
4	1,2D+1,0W+1,0L+0,5Lr	43452,84	30989,43	32964,28
5	1,3214D+1,3Ex+1,0L	52238,77	34061,91	40622,90
5	1,3214D+1,3Ey+1,0L	65489,43	34596,65	50938,15
6	0,9D+1,0W	19752,40	14097,72	15362,19
7	0,7786D+1,3Ex	23205,01	13369,03	18882,65
7	0,7786D+1,3Ey	36455,67	13903,77	29197,90
Momen Terbesar		65489,43	38303,27	50938,15

Berdasarkan SNI 03-2847-2013, Pasal 21.5.1 mengenai ketentuan perhitungan penulangan balok dengan menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)



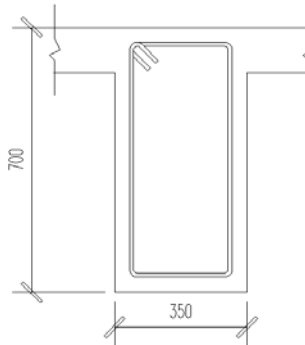
Gambar 4. 25 Gaya Lintang Rencana Komponen Balok pada SRPMK

Persyaratan Gaya dan Geometri SRPMK

- ✓  $P_u < 0,1A_g f_c'$   
 $173818,7 \text{ N} < 0,1(350 \text{ mm})(700 \text{ mm})(30 \text{ N/mm}^2)$   
 $173818,7 \text{ N} < 787500$  **(memenuhi)**
  
- ✓  $l_n \geq 4d$   
 $7725 \text{ mm} > 4(689 \text{ mm})$   
 $7725 \text{ mm} > 2756$  **(memenuhi)**
  
- ✓  $b \geq 0,3h$   
 $350 \text{ mm} > 0,3(700 \text{ mm})$   
 $350 \text{ mm} > 225 \text{ mm}$  **(memenuhi)**
  
- ✓  $250 \text{ mm} < b < c + 2(\frac{3}{4}h)$   
 $250 \text{ mm} < 350 \text{ mm} < 700 \text{ mm} + 2(\frac{3}{4}(700 \text{ mm}))$   
 $250 \text{ mm} < 350 \text{ mm} < 1875 \text{ mm}$  **(memenuhi)**

Periksa kecukupan dimensi penampang terhadap beban geser lentur dan puntir.

Ukuran penampang balok yang dipakai = 35/70



Gambar 4. 26 Ukuran penampang B 35/70

Luasan yang dibatasi oleh keliling luar irisan penampang beton

$$A_{cp} = b_{balok} \cdot h_{balok}$$

$$A_{cp} = (350 \text{ mm})(700 \text{ mm})$$

$$A_{cp} = 262500 \text{ mm}^2$$

Parameter luar irisan penampang beton  $A_{cp}$

$$P_{cp} = 2(b_{balok} + h_{balok})$$

$$P_{cp} = 2(350 \text{ mm}) + (700 \text{ mm})$$

$$P_{cp} = 2200 \text{ mm}$$

Luas penampang dibatasi As tulangan sengkang

$$A_{oh} = (b_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - \phi_{geser}) \cdot (h_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - \phi_{geser})$$

$$A_{oh} = (350 \text{ mm} - 2(40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm})(700 \text{ mm} - 2(40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm})$$

$$A_{oh} = 171600 \text{ mm}^2$$

Keliling penampang dibatasi As tulangan sengkang

$$p_h = 2[(b_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - \phi_{geser}) + (h_{balok} - 2 \cdot t_{decking} - \phi_{geser})]$$

$$p_h = 2[(350 \text{ mm} - 2(40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) + (700 \text{ mm} - 2(40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm})]$$

$$p_h = 1840 \text{ mm}$$



### ➤ **Perhitungan Penulangan Puntir**

Berdasarkan hasil output torsi SAP 2000 diperoleh momen puntir :

#### Momen Puntir Ultimate

Akibat kombinasi 1,2D+1,6L+0,5Lr

$$Tu = 8459.80 \text{ kgm} = 84598000 \text{ Nmm}$$

#### Momen Puntir Nominal

$$Tn = \frac{Tu}{\phi}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.5*

$$Tn = \frac{94598000 \text{ Nmm}}{0,75}$$

$$Tn = 112797333,3 \text{ Nmm}$$

#### Geser Ultimate

Akibat kombinasi 1,2D + 1,0L

$$Vu = 25938,51 \text{ kg} = 259385,1 \text{ N}$$

Pengaruh puntir dapat diabaikan bila momen puntir terfaktor  $Tu$  besarnya kurang daripada :

$$\phi Tu_{min} = \phi 0,083 \lambda \sqrt{f'c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{p_{cp}} \right)$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.1 (a)*

$$\phi Tu_{min} = 0,75(0,083)(1,0) \sqrt{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \left( \frac{262500^2 \text{ mm}^2}{2200 \text{ mm}} \right)}$$

$$\phi Tu_{min} = 10679131,09 \text{ Nmm}$$

Sedangkan untuk momen puntir terfaktor maksimum  $Tu$  dapat diambil sebesar :

$$\phi Tu_{max} = \phi 0,33 \lambda \sqrt{f'c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{p_{cp}} \right)$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.2.2 (a)*

$$\phi Tu_{max} = 0,75(0,33)(1,0) \sqrt{30 \frac{N}{mm^2} \left( \frac{262500^2 mm^2}{2200 mm} \right)}$$

$$\phi Tu_{max} = 42459195,91 Nmm$$

#### Cek pengaruh momen puntir

$Tu < Tu_{min}$  maka tulangan puntir diabaikan

$Tu > Tu_{min}$  maka memerlukan tulangan puntir

84598000 Nmm < 10679131,09 Nmm (**memerlukan tulangan puntir**)

Jadi, penampang balok memerlukan penulangan puntir berupa tulangan memanjang.

Dimensi penampang melintang harus memenuhi ketentuan berikut :

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u p_h}{1,7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0,66 \sqrt{f'c'}\right)$$

SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.1 (a)

$$\sqrt{\left(\frac{259385,1 N}{(350 mm)(689 mm)}\right)^2 + \left(\frac{(84598000 Nmm)(1840 mm)}{1,7(171600 mm^2)^2}\right)^2} \leq 0,75 \left(\frac{224542}{(350 mm)(689 mm)} + 0,66 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}\right)$$

$$3,2903 \leq 3,4096 \text{ (**memenuhi**)}$$

Maka, penampang balok mencukupi untuk menahan momen puntir

#### Tulangan puntir untuk lentur

Tulangan longitudinal tambahan yang diperlukan untuk menahan puntir direncanakan berdasarkan persamaan berikut :

$$A_l = \frac{A_t}{s} p_h \left(\frac{f_{yv}}{f_{yt}}\right) \cot^2 \theta$$

SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.7

Dengan  $\frac{A_t}{s}$  dihitung dari persamaan di bawah ini :

$$T_n = \frac{2A_o A_t f_{yv}}{s} \cot \theta$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 11.5.3.6*

Dimana :

$$A_o = 0,85(A_{oh})$$

$$A_o = 0,85(171600 \text{ mm}^2)$$

$$A_o = 145860 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{2A_o f_{yv} \cot \theta}$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{112797333,3 \text{ Nmm}}{2(145860 \text{ mm}^2) \left(240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right) \cot 45}$$

$$\frac{A_t}{s} = 1,6111 \text{ mm}^2$$

Tetapi  $\frac{A_t}{s}$  tidak boleh kurang dari :

$$\frac{0,175b_w}{f_{yv}} = \frac{0,175(350 \text{ mm})}{240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 0,2552 \text{ (**memenuhi**)}$$

Maka tulangan puntir untuk lentur :

$$A_{l_{perlu}} = (1,6111 \text{ mm}^2)(1840 \text{ mm}) \left( \frac{240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right) \cot^2 45$$

$$A_{l_{perlu}} = 1778,650 \text{ mm}^2$$

Tetapi  $A_l$  tidak boleh kurang dari :

$$A_{l_{min}} = \frac{0,42 \sqrt{f_c'} A_{cp}}{f_{yt}} - \left( \frac{A_t}{s} \right) p_h \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right)$$

$$A_{l_{min}} = \frac{0,42 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}} (262500 mm^2)}{400 \frac{N}{mm^2}} - (1,6111 mm^2)(1840 mm) \left( \frac{240 \frac{N}{mm^2}}{400 \frac{N}{mm^2}} \right)$$

$$A_{l_{min}} = -268,9895 mm^2$$

Kontrol :

$A_{l_{perlu}} \leq A_{l_{min}}$  maka gunakan  $A_{l_{min}}$

$A_{l_{perlu}} \geq A_{l_{min}}$  maka gunakan  $A_{l_{perlu}}$

$1778,650 mm^2 \geq -268,9895 mm^2$  (maka pakai  $A_{l_{perlu}}$ )

Maka dipakai tulangan puntir perlu sebesar  $1778,650 mm^2$

Luasan tulangan puntir untuk arah memanjang dibagi merata ke empat sisi pada penampang balok

$$\frac{A_l}{4} = \frac{1778,650 mm^2}{4} = 444,6625 mm^2$$

Penulangan torsi pada tulangan longitudinal :

Pada sisi atas = disalurkan  $\frac{1}{4}$  pada tulangan tarik balok

Pada sisi bawah = disalurkan  $\frac{1}{4}$  pada tulangan tekan balok

Maka, sisi atas dan bawah balok masing-masing mendapatkan tambahan luasan puntir sebesar  $444,6625 mm^2$

Penulangan torsi pada tulangan transversal :

Pada sisi samping disalurkan  $\frac{1}{4}$  pada tulangan sengkang balok

Maka, sisi samping balok mendapatkan tambahan luasan puntir sebesar  $444,6625 mm^2$

Penulangan torsi :

Pada sisi samping lainnya dipasang luasan tulangan puntir sebesar :

$$\frac{A_l}{4} = \frac{1778,650 mm^2}{4} = 444,6625 mm^2$$

Jumlah tulangan pasang puntir longitudinal (sisi tengah)

$$n = \frac{A_{l_{perlu}}}{A_{l_{pakai}}}$$

$$n = \frac{444,6625 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4}\pi d^2}$$

$$n = \frac{444,6625 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4}\pi(12 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{444,6625 \text{ mm}^2}{113,0973 \text{ mm}^2}$$

$$n = 3,9317 \approx 4 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan puntir 4D 12

Luasan tulangan pasang puntir longitudinal (sisi tengah)

$$A_{l_{pasang}} = n_{pasang} \times \text{luasan tulangan puntir}$$

$$A_{l_{pasang}} = 4 \times 113,0973 \text{ mm}^2$$

$$A_{l_{pasang}} = 452,3893 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$A_{l_{pasang}} \geq A_{l_{perlu}}$$

$$452,3893 \text{ mm}^2 \geq 444,6625 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)}$$

*Sehingga dipasang tulangan puntir ditumpuan kiri, lapangan dan tumpuan kanan sebesar 4D 12*

### ➤ **Perhitungan Penulangan Lentur**

#### DAERAH TUMPUAN KIRI

Diambil momen terbesar, akibat dari kombinasi :

Kombinasi 1,3214D + 1,3Ey + 1,0L

$$Mu_{tumpuan} = 654894300 \text{ Nmm}$$

#### Momen lentur nominal ( $M_n$ )

$$M_n = \frac{Mu_{tumpuan}}{\phi}$$

$$M_n = \frac{654894300 \text{ Nmm}}{0,9}$$

$$M_n = 727660333,3 \text{ Nmm}$$

#### Garis netral dalam kondisi balance

$$X_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d$$

$$X_b = \left( \frac{600}{600 + 400 \frac{N}{mm^2}} \right) 689 \text{ mm}$$

$$X_b = 413,4 \text{ mm}$$

#### Garis netral maksimum

$$X_{max} = 0,75X_b$$

$$X_{max} = 0,75(413,4 \text{ mm})$$

$$X_{max} = 310,1 \text{ mm}$$

#### Garis netral minimum

$$X_{min} = d'$$

$$X_{min} = 61 \text{ mm}$$

#### Garis netral rencana (asumsi)

$$X_{rencana} = 110 \text{ mm}$$

Komponen beton tertekan

$$C_c' = 0,85f_c' b\beta_1 X_{rencana}$$

$$C_c' = 0,85 \left( 30 \frac{N}{mm^2} \right) (350 \text{ mm}) (0,8379) (110 \text{ mm})$$

$$C_c' = 8226083,25 \text{ N}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$A_{sc} = \frac{0,85f_c' b\beta_1 X_{rencana}}{f_y}$$

$$A_{sc} = \frac{0,85 \left( 30 \frac{N}{mm^2} \right) (350 \text{ mm}) (0,8379) (110 \text{ mm})}{\left( 400 \frac{N}{mm^2} \right)}$$

$$A_{sc} = 2056,4156 \text{ mm}^2$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$M_{nc} = A_{sc} f_y \left( d - \frac{\beta_1 X_{rencana}}{2} \right)$$

$$M_{nc} = 2056,41565 \text{ mm}^2 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right) \left[ 687 \text{ mm} - \frac{(0,8379)(110 \text{ mm})}{2} \right]$$

$$M_{nc} = 528842530,81 \text{ Nmm}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$M_{ns} > 0$  maka perlu tulangan lentur tekan

$M_{ns} \leq 0$  maka tidak perlu tulangan lentur tekan

$$M_{ns} = M_n - M_{nc}$$

$$M_{ns} = 727660333,3 \text{ Nmm} - 528842530,81 \text{ Nmm}$$

$$M_{ns} = 198817802,5 \text{ Nmm}$$

Maka,  $M_{ns} > 0$

$M_{ns} = 198817802,5 \text{ Nmm} > 0$  (**perlu tulangan lentur tekan**)

⇒ Perencanaan Tulangan Lentur Rangkap

Gaya tekan dan tarik tulangan lentur rangkap

$$C_s' = T_2 = \frac{Mn s_{tumpuan}}{d - d'}$$

$$C_s' = T_2 = \frac{198817802,5 \text{ Nmm}}{689 \text{ mm} - 61 \text{ mm}}$$

$$C_s' = T_2 = 316588,9 \text{ N}$$

Cek kondisi tulangan lentur tekan

$$f_s' = \left(1 - \frac{d'}{x}\right) 600$$

$$f_s' = \left(1 - \frac{61 \text{ mm}}{110 \text{ mm}}\right) 600$$

$$f_s' = 267,273 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Syarat :

$f_s' \geq f_y \rightarrow$  leleh, maka  $f_s' = f_y$

$f_s' < f_y \rightarrow$  tidak leleh, maka  $f_s' = f_s'$

$f_s' \geq f_y$

$$267,273 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{tidak leleh}$$

$$\text{Maka } f_s' = 267,273 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Luas tulangan tekan perlu

$$A_s' = \frac{C_s'}{f_s' - 0,85 f_c'}$$

$$A_s' = \frac{316588,9 \text{ N}}{267,273 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} - \left[0,85 \left(30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)\right]}$$

$$A_s' = 1309,45 \text{ mm}^2$$



Luasan tulangan tarik tambahan

$$A_{ss} = \frac{T_2}{f_y}$$

$$A_{ss} = \frac{316588,9N}{400 \frac{N}{mm^2}}$$

$$A_{ss} = 791,47 \text{ mm}^2$$

Luasan perlu ( $A_s$  perlu) tulangan lentur tekan

$$A_s = A_{sc} + A_{ss}$$

$$A_s = 2056,4156 \text{ mm}^2 + 791,47 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 2847,89 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tarik pasang (sisi atas)

$$n = \frac{A_{sperlu}}{A_{spakai}}$$

$$n = \frac{2847,89 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

$$n = \frac{2847,89 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{2847,89 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 7,4918 \approx 8 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 8D 22

Luasan tulangan lentur tarik pasang (sisi atas)

$$A_{spasang} = n_{pasang} \times \text{luas} \ A_{spakai}$$

$$A_{spasang} = 8 \times 380,133 \text{ mm}^2$$

$$A_{spasang} = 3041,06 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$A_s \text{ pasang} \geq A_s \text{ perlu}$

$$3041,06 \text{ mm}^2 \geq 2847,89 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

Luasan tulangan perlu ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$A_{s_{perlu}} = A_s + \frac{A_l}{4}$$

$$A_{s_{perlu}} = 2847,89 \text{ mm}^2 + 444,6625 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{perlu}} = 3292,55 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi atas)

$$n = \frac{A_{s_{perlu}}}{A_{s_{pakai}}}$$

$$n = \frac{3292,55 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

$$n = \frac{3292,55 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{3292,55 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 8,6616 \approx 9 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 9D 22

Luasan tulangan lentur tarik setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi atas)

$$A_{s_{pasang}} = n_{pasang} \times \text{luasan } A_{s_{pakai}}$$

$$A_{s_{pasang}} = 9 \times 380,133 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{pasang}} = 3421,19 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$A_{s' \text{ pasang}} > A_{s' \text{ perlu}}$$

$$3421,19 \text{ mm}^2 > 3292,55 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

*Sehingga dipasang tulangan lentur tarik ditumpuan kiri sebesar 9D 22*

Luasan Perlu (As perlu) Tulangan tekan

$$A_{s'} = 1309,45 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$n = \frac{A_{s' \text{ perlu}}}{A_{s' \text{ pakai}}}$$

$$n = \frac{1309,45 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

$$n = \frac{1309,45 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{1309,45 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 3,4447 \approx 4 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 4D 22

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$A_{s' \text{ pasang}} = n_{\text{pasang}} \times \text{luasan } A_{s' \text{ pakai}}$$

$$A_{s' \text{ pasang}} = 4 \times 380,133 \text{ mm}^2$$

$$A_{s' \text{ pasang}} = 1520,53 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$A_{s' \text{ pasang}} \geq A_{s' \text{ perlu}}$$

$$1520,53 \text{ mm}^2 \geq 1309,45 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

Luasan tulangan perlu ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$As'_{perlu} = As' + \frac{A_l}{4}$$

$$As'_{perlu} = 1309,45 \text{ mm}^2 + 444,6625 \text{ mm}^2$$

$$As'_{perlu} = 1754,11 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi bawah)

$$n = \frac{As'_{perlu}}{As'_{pakai}}$$

$$n = \frac{1754,11 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4}\pi d^2}$$

$$n = \frac{1754,11 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4}\pi (22 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{1754,11 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 4,6144 \approx 5 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 5D 22

Luasan tulangan lentur tekan setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi bawah)

$$As'_{pasang} = n \times \text{luasan } As'_{pakai}$$

$$As'_{pasang} = 5 \times 380,133 \text{ mm}^2$$

$$As'_{pasang} = 1900,66 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$As'_{pasang} > As'_{perlu}$$

$$1900,66 \text{ mm}^2 > 1651,37 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

Sehingga dipasang tulangan lentur tekan ditumpuan kiri sebesar 5D 22

## **KONTROL**

Direncanakan tulangan tarik 2 lapis 9 D22 dan tulangan tekan 1 lapis 5 D22

✓ Jarak Spasi Tulangan Pakai

Syarat :

$$S_{maks} \geq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{maks} \leq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

Kontrol Tulangan Tarik

$$S_{maks} = \frac{b - (2 \cdot t_{decking}) - (2 \cdot \phi_{geser}) - (jumlah \text{ tulangan} \cdot D_{lentur})}{jumlah \text{ tulangan} - 1}$$

$$S_{maks} = \frac{350 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - (2 \cdot 10 \text{ mm}) - (9 \cdot 22 \text{ mm})}{9 - 1}$$

$$S_{maks} = 6,5 \text{ mm}$$

$$S_{maks} \leq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

$$6,5 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm} \text{ (susun lebih dari 1 lapis)}$$

Kontrol Tulangan Tekan

$$S_{maks} = \frac{b - (2 \cdot t_{decking}) - (2 \cdot \phi_{geser}) - (jumlah \text{ tulangan} \cdot D_{lentur})}{jumlah \text{ tulangan} - 1}$$

$$S_{maks} = \frac{350 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - (2 \cdot 10 \text{ mm}) - (5 \cdot 22 \text{ mm})}{5 - 1}$$

$$S_{maks} = 35,0 \text{ mm}$$

$$S_{maks} \geq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$35,0 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (susun 1 lapis)}$$

✓ Momen Nominal Penampang

$$\text{As pakai tulangan tarik 9 D22} = 3421,19 \text{ mm}^2$$

$$\text{As pakai tulangan tekan 5 D22} = 1900,66 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{(A_s \cdot f_y) - (A_s' \cdot f_s)}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$a = \frac{\left(3421,19 \text{ mm}^2 \left(400 \frac{N}{\text{mm}^2}\right)\right) - \left(1900,66 \text{ mm}^2 \left(267,273 \frac{N}{\text{mm}^2}\right)\right)}{0,85 \left(30 \frac{N}{\text{mm}^2}\right) (350 \text{ mm})}$$

$$a = 96,41 \text{ mm}$$

Gaya tekan beton

$$C_c' = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$$

$$C_c' = 0,85 \left(30 \frac{N}{\text{mm}^2}\right) (350 \text{ mm}) (96,41 \text{ mm})$$

$$C_c' = 860482,2 N$$

Gaya tekan tulangan rangkap

$$C_s' = A_s'_{\text{pasang}} \cdot f_s$$

$$C_s' = 1900,66 \text{ mm}^2 \left(267,273 \frac{N}{\text{mm}^2}\right)$$

$$C_s' = 507995,5 N$$

$$M_{n\text{pasang}} = C_c' \left(d - \frac{a}{2}\right) + C_s' (d - d')$$

$$M_{n\text{pasang}} = \left[860482,2 N \left(689 \text{ mm} - \frac{96,41 \text{ mm}}{2}\right)\right] + [507995,5 N (689 \text{ mm} - 61 \text{ mm})]$$

$$M_{n\text{pasang}} = 870412795,6 \text{ Nmm}$$

Maka,

$$M_{n\text{pasang}} > M_{n\text{perlu}}$$

$$870412795,6 \text{ Nmm} > 727660333,3 \text{ Nmm} \text{ (**memenuhi**)}$$

✓ Syarat SRPMK untuk kekuatan lentur pada balok

$$\begin{aligned} \text{As pakai tulangan tarik 9 D22} &= 3421,19 \text{ mm}^2 \\ \text{As pakai tulangan tekan 5 D22} &= 1900,66 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Masing masing luas tulangan atas dan bawah harus lebih besar dari luas tulangan minimum yang dipersyaratkan.

$$0,025b_w d \geq A_s^- \text{ atau } A_s^+ \geq \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w d \text{ atau } \frac{1,4b_w d}{f_y}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.2.1*

$$0,025(350)(689) \geq 3421,19 \text{ mm}^2 \geq \frac{0,25 \sqrt{30}}{400} (350)(689) \text{ atau } \frac{1,4(350)(689)}{400}$$

$$6028,75 \text{ mm}^2 \geq 3421,19 \text{ mm}^2 \geq 844,025 \text{ mm}^2 \text{ atau } 825,521 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)}$$

$$0,025(350)(689) \geq 1900,66 \text{ mm}^2 \geq \frac{0,25 \sqrt{30}}{400} (350)(689) \text{ atau } \frac{1,4(350)(689)}{400}$$

$$6028,75 \text{ mm}^2 \geq 1900,66 \text{ mm}^2 \geq 844,025 \text{ mm}^2 \text{ atau } 825,521 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)}$$

- Kuat lentur positif balok pada muka kolom harus lebih kecil dari setengah kuat lentur negatifnya. Kuat lentur negatif dan positif pada setiap penampang di sepanjang bentang tidak boleh kurang dari seperempat kuat lentur terbesar pada bentang tersebut.

$$M_{n,l}^+ \geq \frac{1}{2} M_{n,l}^- \text{ dan } M_{n,r}^+ \geq \frac{1}{2} M_{n,r}^-$$

$$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{n,max} \text{ dan } M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{n,max}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.2.2*

$$M_{n,l}^+ \geq \frac{1}{2} M_{n,l}^-$$

$$1900,66 \text{ mm}^2 \geq \frac{1}{2} (3421,19 \text{ mm}^2)$$

$$1900,66 \text{ mm}^2 \geq 1710,60 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)}$$

$$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{n,max} \text{ dan } M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{n,max}$$

$$3421,19 \text{ mm}^2 \text{ dan } 1900,66 \text{ mm}^2 \geq \frac{1}{4} (3421,19 \text{ mm}^2)$$

$$3421,19 \text{ mm}^2 \text{ dan } 1900,66 \text{ mm}^2 \geq 855,30 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)}$$

Jadi, penulangan lentur untuk balok B 35/70 pada daerah tumpuan kiri dipakai tulangan tarik 9 D22 dan tulangan tekan 5D 22 dengan susunan sebagai berikut :

Tulangan lentur tarik susun 2 lapis

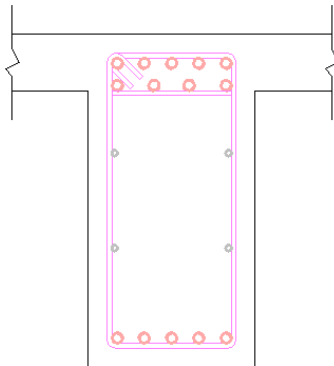
Lapis 1 = 5 D22

Lapis 2 = 4 D22

Tulangan lentur tekan susun 1 lapis

Lapis 1 = 5 D22

Gambar Sketsa :  
TUMPUAN KIRI



Gambar 4. 27 Hasil Penulangan Balok B 35/70 Tumpuan Kiri



DAERAH LAPANGAN

Diambil momen terbesar, akibat dari kombinasi :

Kombinasi  $1,2D + 1,6L + 0,5Lr$

$$Mu_{lapangan} = 383032700 \text{ Nmm}$$

Momen lentur nominal (Mn)

$$M_n = \frac{Mu_{lapangan}}{\phi}$$

$$M_n = \frac{393032700 \text{ Nmm}}{0,9}$$

$$M_n = 425591888,9 \text{ Nmm}$$

Garis netral dalam kondisi balance

$$X_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d$$

$$X_b = \left( \frac{600}{600 + 400 \frac{N}{mm^2}} \right) 689 \text{ mm}$$

$$X_b = 413,4 \text{ mm}$$

Garis netral maksimum

$$X_{max} = 0,75X_b$$

$$X_{max} = 0,75(413,4 \text{ mm})$$

$$X_{max} = 210,1 \text{ mm}$$

Garis netral minimum

$$X_{min} = d'$$

$$X_{min} = 61 \text{ mm}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$X_{rencana} = 110 \text{ mm}$$

Komponen beton tertekan

$$C_c' = 0,85 f_c' b \beta_1 X_{rencana}$$

$$C_c' = 0,85 \left( 30 \frac{N}{mm^2} \right) (350 \text{ mm}) (0,8379) (110 \text{ mm})$$

$$C_c' = 822608,325 \text{ N}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$A_{sc} = \frac{0,85 f_c' b \beta_1 X_{rencana}}{f_y}$$

$$A_{sc} = \frac{0,85 \left( 30 \frac{N}{mm^2} \right) (350 \text{ mm}) (0,8379) (110 \text{ mm})}{\left( 400 \frac{N}{mm^2} \right)}$$

$$A_{sc} = 2056,4156 \text{ mm}^2$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$M_{nc} = A_{sc} f_y \left( d - \frac{\beta_1 X_{rencana}}{2} \right)$$

$$M_{nc} = 2056,4156 \text{ mm}^2 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right) \left[ 689 \text{ mm} - \frac{(0,8379)(110 \text{ mm})}{2} \right]$$

$$M_{nc} = 528842530,81 \text{ Nmm}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$M_{ns} > 0$  maka perlu tulangan lentur tekan

$M_{ns} \leq 0$  maka tidak perlu tulangan lentur tekan

$$M_{ns} = M_n - M_{nc}$$

$$M_{ns} = 425591888,9 \text{ Nmm} - 528842530,81 \text{ Nmm}$$

$$M_{ns} = -103250641,9 \text{ Nmm}$$

Maka,  $M_{ns} \leq 0$

$M_{ns} = -103250641,9 \text{ Nmm} \leq 0$  (**tidak perlu tulangan lentur tekan**)

⇒ Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal

$$m = \frac{f_y}{0,85f_c'}$$

$$m = \frac{400 \frac{N}{mm^2}}{0,85 \left( 30 \frac{N}{mm^2} \right)}$$

$$m = 15,6863$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{400 \frac{N}{mm^2}}$$

$$\rho_{min} = 0,0035$$

$$\rho_{balance} = 0,85\beta_1 \left( \frac{f_c'}{f_y} \right) \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{balance} = 0,85(0,8379) \left( \frac{30 \frac{N}{mm^2}}{400 \frac{N}{mm^2}} \right) \left( \frac{600}{600 + \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right)} \right)$$

$$\rho_{balance} = 0,0320$$

$$\rho_{max} = 0,75\rho_{balance}$$

$$\rho_{max} = 0,75(0,0320)$$

$$\rho_{max} = 0,0240$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$R_n = \frac{425591888,9 \text{ Nmm}}{350 \text{ mm} (689 \text{ mm})^2}$$

$$R_n = 2,5615 \frac{N}{mm^2}$$

$$\rho_{pertu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_{pertu} = \frac{1}{15,6863} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 (15,6863) \left( 2,5615 \frac{N}{mm^2} \right)}{400 \frac{N}{mm^2}}} \right)$$

$$\rho_{pertu} = 0,0068$$

Syarat :

$$\rho_{min} \leq \rho_{pertu} \leq \rho_{max}$$

$$0,0035 \leq 0,0068 \leq 0,0240 \text{ (**memenuhi**)}$$

Maka, digunakan  $\rho_{pertu} = 0,0068$

Luasan Tulangan Lentur Tekan Pakai

$$A_{Spertu} = \rho_{pertu} \cdot b \cdot d$$

$$A_{Spertu} = 0,0068(350 \text{ mm})(689 \text{ mm})$$

$$A_{Spertu} = 1630,73 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tarik pasang (sisi bawah)

$$n = \frac{A_{Spertu}}{A_{Spakai}}$$

$$n = \frac{1630,73 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

$$n = \frac{1630,73 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{1630,73 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 4,2899 \approx 5 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 5D 22

Luasan tulangan lentur tarik pasang (sisi bawah)

$$A_{s_{pasang}} = n_{pasang} \times \text{luas} \ A_{s_{pakai}}$$

$$A_{s_{pasang}} = 5 \times 380,133 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{pasang}} = 1900,66 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$A_{s \text{ pasang}} \geq A_{s \text{ perlu}}$$

$$1900,66 \text{ mm}^2 \geq 1630,73 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)}$$

Luasan tulangan perlu ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$A_{s_{perlu}} = A_s + \frac{A_l}{4}$$

$$A_{s_{perlu}} = 1630,73 \text{ mm}^2 + 444,6625 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{perlu}} = 2075,39 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi bawah)

$$n = \frac{A_{s_{perlu}}}{A_{s_{pakai}}}$$

$$n = \frac{2075,39 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

$$n = \frac{2075,39 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{2075,39 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 5,4596 \approx 6 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 6D 22

Luasan tulangan lentur tekan setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi bawah)

$$A_{s_{pasang}} = n_{pasang} \times \text{luasan } A_{s_{pakai}}$$

$$A_{s_{pasang}} = 6 \times 380,133 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{pasang}} = 2280,80 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$A_{s_{pasang}} > A_{s_{perlu}}$$

$$2280,80 \text{ mm}^2 > 2075,39 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

Sehingga dipasang tulangan lentur tarik dilapangan sebesar 6D 22

Luasan Perlu ( $A_s$  perlu) Tulangan tekan

$$A_s' = 0,3 A_s$$

$$A_s' = 0,3 (1630,73 \text{ mm}^2)$$

$$A_s' = 489,22 \text{ mm}^2$$

Luasan tulangan perlu ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$A_{s'_{perlu}} = A_s + \frac{A_l}{4}$$

$$A_{s'_{perlu}} = 489,22 \text{ mm}^2 + 444,6625 \text{ mm}^2$$

$$A_{s'_{perlu}} = 933,88 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tarik tekan setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi atas)

$$n = \frac{A_{s'_{perlu}}}{A_{s'_{pakai}}}$$

$$n = \frac{933,88 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

$$n = \frac{933,88 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4}\pi(22 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{933,88 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 2,4567 \approx 3 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 3D 22

Luasan tulangan lentur tekan setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi atas)

$$As'_{pasang} = n \times \text{luas} \text{ } As'_{pakai}$$

$$As'_{pasang} = 3 \times 380,133 \text{ mm}^2$$

$$As'_{pasang} = 1140,40 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$As'_{pasang} > As'_{perlu}$$

$$1140,40 \text{ mm}^2 > 933,88 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

*Sehingga dipasang tulangan lentur tekan dilapangan sebesar 3D 22*

### **KONTROL**

Direncanakan tulangan tarik 2 lapis 5 D22 dan tulangan tekan 2 lapis 3 D22

✓ Jarak Spasi Tulangan Pakai

Syarat :

$$S_{maks} \geq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{maks} \leq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

### **Kontrol Tulangan Tarik**

$$S_{maks} = \frac{b - (2 \cdot t_{decking}) - (2 \cdot \phi_{geser}) - (\text{jumlah tulangan} \cdot D_{lentur})}{\text{jumlah tulangan} - 1}$$

$$s_{maks} = \frac{350 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - (2 \cdot 10 \text{ mm}) - (6 \cdot 22 \text{ mm})}{6 - 1}$$

$$s_{maks} = 92,0 \text{ mm}$$

$$S_{maks} \leq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

$$23,6 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm} \text{ (susun lebih dari 1 lapis)}$$

#### Kontrol Tulangan Tekan

$$s_{maks} = \frac{b - (2 \cdot t_{decking}) - (2 \cdot \phi_{geser}) - (\text{jumlah tulangan} \cdot D_{lentur})}{\text{jumlah tulangan} - 1}$$

$$s_{maks} = \frac{350 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - (2 \cdot 10 \text{ mm}) - (3 \cdot 22 \text{ mm})}{3 - 1}$$

$$s_{maks} = 23,6 \text{ mm}$$

$$S_{maks} \geq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$90,0 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (susun 1 lapis)}$$

#### ✓ Momen Nominal Penampang

$$\text{As pakai tulangan tarik 6 D22} = 2280,80 \text{ mm}^2$$

$$\text{As pakai tulangan tekan 3 D22} = 1140,40 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{(A_s \cdot f_y)}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$a = \frac{\left( 2280,80 \left( 400 \frac{N}{\text{mm}^2} \right) \right)}{0,85 \left( 30 \frac{N}{\text{mm}^2} \right) (350 \text{ mm})}$$

$$a = 102,22 \text{ mm}$$

Gaya tekan beton

$$C_c' = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$$

$$C_c' = 0,85 \left( 30 \frac{N}{\text{mm}^2} \right) (350 \text{ mm}) (102,22 \text{ mm})$$

$$C_c' = 912318,5 \text{ N}$$



$$M_{npasang} = C_c' \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{npasang} = \left[ 912318,5 \text{ N} \left( 689 \text{ mm} - \frac{102,22 \text{ mm}}{2} \right) \right]$$

$$M_{npasang} = 581958596,3 \text{ Nmm}$$

Maka,

$$M_{npasang} > M_{nperlu}$$

$$581958596,3 \text{ Nmm} > 425591888,9 \text{ Nmm} \text{ (memenuhi)}$$

- ✓ Syarat SRPMK untuk kekuatan lentur pada balok
  - As pakai tulangan tarik 6 D22 = 2280,80 mm<sup>2</sup>
  - As pakai tulangan tekan 3 D22 = 1140,40 mm<sup>2</sup>
- Masing masing luas tulangan atas dan bawah harus lebih besar dari luas tulangan minimum yang dipersyaratkan.

$$0,025b_w d \geq A_s^- \text{ atau } A_s^+ \geq \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w d \text{ atau } \frac{1,4b_w d}{f_y}$$

SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.2.1

$$0,025(350)(689) \geq 1900,66 \text{ mm}^2 \geq \frac{0,25 \sqrt{30}}{400} (350)(689) \text{ atau } \frac{1,4(350)(689)}{400}$$

$$6028,75 \text{ mm}^2 \geq 2280,80 \text{ mm}^2 \geq 844,025 \text{ mm}^2 \text{ atau } 825,521 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

$$0,025(350)(689) \geq 1140,40 \text{ mm}^2 \geq \frac{0,25 \sqrt{30}}{400} (350)(689) \text{ atau } \frac{1,4(350)(689)}{400}$$

$$6028,75 \text{ mm}^2 \geq 1140,40 \text{ mm}^2 \geq 844,025 \text{ mm}^2 \text{ atau } 825,521 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

- Kuat lentur positif balok pada muka kolom harus lebih kecil dari setengah kuat lentur negatifnya. Kuat lentur negatif dan positif pada setiap penampang di sepanjang bentang tidak boleh kurang dari seperempat kuat lentur terbesar pada bentang tersebut.

$$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{n,max} \text{ dan } M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{n,max}$$

SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.2.2

$$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{n,max} \text{ dan } M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{n,max}$$

$$1140,40 \text{ mm}^2 \text{ dan } 2280,80 \text{ mm}^2 \geq \frac{1}{4} (3421,19 \text{ mm}^2)$$

$$3801,33 \text{ mm}^2 \text{ dan } 2280,80 \text{ mm}^2 \geq 855,30 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

Jadi, penulangan lentur untuk balok B 35/70 pada daerah lapangan dipakai tulangan tarik 6 D22 dan tulangan tekan 3 D 22 dengan susunan sebagai berikut :

Tulangan lentur tarik susun 2 lapis

Lapis 1 = 5 D22

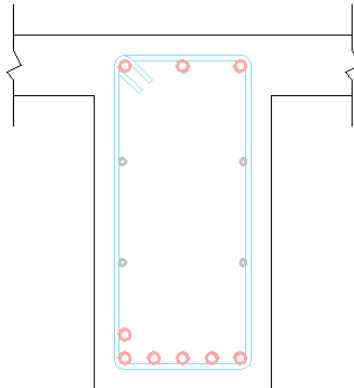
Lapis 2 = 1 D22

Tulangan lentur tekan susun 1 lapis

Lapis 1 = 3 D22

Gambar Sketsa :

LAPANGAN



Gambar 4. 28 Hasil Penulangan Balok B 35/70 Lapangan

DAERAH TUMPUAN KANAN

Diambil momen terbesar, akibat dari kombinasi :

Kombinasi 1,3214D + 1,3Ey + 1,0L

$$Mu_{tumpuan} = 509381500 \text{ Nmm}$$

Momen lentur nominal (Mn)

$$M_n = \frac{M_{utumpuan}}{\phi}$$

$$M_n = \frac{509381500 \text{ Nmm}}{0,9}$$

$$M_n = 565979444,4 \text{ Nmm}$$

Garis netral dalam kondisi balance

$$X_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d$$

$$X_b = \left( \frac{600}{600 + 400 \frac{N}{mm^2}} \right) 689 \text{ mm}$$

$$X_b = 413,4 \text{ mm}$$

Garis netral maksimum

$$X_{max} = 0,75X_b$$

$$X_{max} = 0,75(413,4 \text{ mm})$$

$$X_{max} = 310,1 \text{ mm}$$

Garis netral minimum

$$X_{min} = d'$$

$$X_{min} = 61 \text{ mm}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$X_{rencana} = 110 \text{ mm}$$

Komponen beton tertekan

$$C_c' = 0,85 f_c' b \beta_1 X_{rencana}$$

$$C_c' = 0,85 \left( 30 \frac{N}{mm^2} \right) (350 \text{ mm}) (0,8379) (110 \text{ mm})$$

$$C_c' = 822608,325 \text{ N}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$A_{sc} = \frac{0,85 f_c' b \beta_1 X_{rencana}}{f_y}$$

$$A_{sc} = \frac{0,85 \left( 30 \frac{N}{mm^2} \right) (350 \text{ mm}) (0,8379) (110 \text{ mm})}{\left( 400 \frac{N}{mm^2} \right)}$$

$$A_{sc} = 2056,4156 \text{ mm}^2$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$M_{nc} = A_{sc} f_y \left( d - \frac{\beta_1 X_{rencana}}{2} \right)$$

$$M_{nc} = 2056,4156 \text{ mm}^2 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right) \left[ 689 \text{ mm} - \frac{(0,8379)(110 \text{ mm})}{2} \right]$$

$$M_{nc} = 528842530,81 \text{ Nmm}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$M_{ns} > 0$  maka perlu tulangan lentur tekan

$M_{ns} \leq 0$  maka tidak perlu tulangan lentur tekan

$$M_{ns} = M_n - M_{nc}$$

$$M_{ns} = 509381500 \text{ Nmm} - 528842530,81 \text{ Nmm}$$

$$M_{ns} = 37136913,6 \text{ Nmm}$$

Maka,  $M_{ns} > 0$

$M_{ns} = 37136913,6 \text{ Nmm} > 0$  (**perlu tulangan lentur tekan**)

⇒ Perencanaan Tulangan Lentur Rangkap

Gaya tekan dan tarik tulangan lentur rangkap

$$C_s' = T_2 = \frac{Mns_{tumpuan}}{d - d'}$$

$$C_s' = T_2 = \frac{37136913,6 \text{ Nmm}}{687 \text{ mm} - 63 \text{ mm}}$$

$$C_s' = T_2 = 59135,2 \text{ N}$$

Cek kondisi tulangan lentur tekan

$$f_s' = \left(1 - \frac{d'}{x}\right) 600$$

$$f_s' = \left(1 - \frac{61 \text{ mm}}{110 \text{ mm}}\right) 600$$

$$f_s' = 267,273 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Syarat :

$f_s' \geq f_y \rightarrow$  leleh, maka  $f_s' = f_y$

$f_s' < f_y \rightarrow$  tidak leleh, maka  $f_s' = f_s'$

$f_s' \geq f_y$

$$267,273 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{tidak leleh}$$

$$\text{Maka } f_s' = 267,273 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Luas tulangan tekan perlu

$$A_s' = \frac{C_s'}{f_s' - 0,85f_c'}$$

$$A_s' = \frac{59135,2 \text{ N}}{267,273 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} - \left[0,85 \left(30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)\right]}$$

$$A_s' = 244,59 \text{ mm}^2$$

Luasan tulangan tarik tambahan

$$A_{ss} = \frac{T_2}{f_y}$$

$$A_{ss} = \frac{59135,2 \text{ N}}{400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$A_{ss} = 147,84 \text{ mm}^2$$

Luasan perlu ( $A_s$  perlu) tulangan lentur tekan

$$A_s = A_{sc} + A_{ss}$$

$$A_s = 2056,4156 \text{ mm}^2 + 147,84 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 2204,25 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tarik pasang (sisi atas)

$$n = \frac{A_{sperlu}}{A_{spakai}}$$

$$n = \frac{2204,25 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4}\pi d^2}$$

$$n = \frac{2204,25 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4}\pi (22 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{2204,25 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 5,7986 \approx 8 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 8D 22

Luasan tulangan lentur tarik pasang (sisi atas)

$$A_{spasang} = n_{pasang} \times \text{luas} A_{spakai}$$

$$A_{spasang} = 8 \times 380,133 \text{ mm}^2$$

$$A_{spasang} = 3041,06 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$A_s \text{ pasang} \geq A_s \text{ perlu}$

$$3041,06 \text{ mm}^2 \geq 2204,25 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

Luasan tulangan perlu ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$A_{s_{perlu}} = A_s + \frac{A_l}{4}$$

$$A_{s_{perlu}} = 2204,25 \text{ mm}^2 + 444,6625 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{perlu}} = 2648,92 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi atas)

$$n = \frac{A_{s_{perlu}}}{A_{s_{pakai}}}$$

$$n = \frac{2648,92 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

$$n = \frac{2648,92 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{2648,92 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 6,9684 \approx 9 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 9D 22

Luasan tulangan lentur tarik setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi atas)

$$A_{s_{pasang}} = n_{pasang} \times \text{luasan } A_{s_{pakai}}$$

$$A_{s_{pasang}} = 9 \times 380,133 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{pasang}} = 3421,19 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$A_{s' \text{ pasang}} > A_{s' \text{ perlu}} \\ 3421,19 \text{ mm}^2 > 2648,92 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

*Sehingga dipasang tulangan lentur tarik ditumpuan kanan sebesar 9D 22*

Luasan Perlu ( $A_{s' \text{ perlu}}$ ) Tulangan tekan

$$A_{s'} = 244,59 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$n = \frac{A_{s' \text{ perlu}}}{A_{s' \text{ pakai}}} \\ n = \frac{244,59 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi d^2} \\ n = \frac{244,59 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2} \\ n = \frac{244,59 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2} \\ n = 0,6434 \approx 4 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 4D 22

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$A_{s' \text{ pasang}} = n_{\text{pasang}} \times \text{luasan } A_{s' \text{ pakai}} \\ A_{s' \text{ pasang}} = 4 \times 380,133 \text{ mm}^2 \\ A_{s' \text{ pasang}} = 1520,53 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$A_{s' \text{ pasang}} \geq A_{s' \text{ perlu}} \\ 1520,53 \text{ mm}^2 \geq 244,59 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$



Luasan tulangan perlu ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$As'_{perlu} = As' + \frac{A_l}{4}$$

$$As'_{perlu} = 244,59 \text{ mm}^2 + 444,6625 \text{ mm}^2$$

$$As'_{perlu} = 689,25 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi bawah)

$$n = \frac{As'_{perlu}}{As'_{pakai}}$$

$$n = \frac{689,25 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4}\pi d^2}$$

$$n = \frac{689,25 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4}\pi (22 \text{ mm})^2}$$

$$n = \frac{689,25 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 1,8126 \approx 5 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan lentur 5D 22

Luasan tulangan lentur tekan setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi bawah)

$$As'_{pasang} = n \times \text{luasan } As'_{pakai}$$

$$As'_{pasang} = 5 \times 380,133 \text{ mm}^2$$

$$As'_{pasang} = 1900,66 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$As'_{pasang} > As'_{perlu}$$

$$1900,66 \text{ mm}^2 > 689,25 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

Sehingga dipasang tulangan lentur tekan ditumpuan kanan sebesar 5D 22

**KONTROL**

Direncanakan tulangan tarik 2 lapis 9 D22 dan tulangan tekan 1 lapis 5 D22

✓ Jarak Spasi Tulangan Pakai

Syarat :

$S_{maks} \geq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow$  susun 1 lapis

$S_{maks} \leq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow$  susun lebih dari 1 lapis

Kontrol Tulangan Tarik

$$S_{maks} = \frac{b - (2 \cdot t_{decking}) - (2 \cdot \phi_{geser}) - (\text{jumlah tulangan} \cdot D_{lentur})}{\text{jumlah tulangan} - 1}$$

$$S_{maks} = \frac{350 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - (2 \cdot 10 \text{ mm}) - (9 \cdot 22 \text{ mm})}{9 - 1}$$

$$S_{maks} = 6,5 \text{ mm}$$

$S_{maks} \leq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow$  susun lebih dari 1 lapis

$6,5 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm}$  (**susun lebih dari 1 lapis**)

Kontrok Tulangan Tekan

$$S_{maks} = \frac{b - (2 \cdot t_{decking}) - (2 \cdot \phi_{geser}) - (\text{jumlah tulangan} \cdot D_{lentur})}{\text{jumlah tulangan} - 1}$$

$$S_{maks} = \frac{350 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - (2 \cdot 10 \text{ mm}) - (5 \cdot 22 \text{ mm})}{5 - 1}$$

$$S_{maks} = 35,0 \text{ mm}$$

$S_{maks} \geq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow$  susun 1 lapis

$35,0 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm}$  (**susun 1 lapis**)

✓ Momen Nominal Penampang

As pakai tulangan tarik 9 D22  $= 3421,19 \text{ mm}^2$

As pakai tulangan tekan 5 D22  $= 1900,66 \text{ mm}^2$

$$a = \frac{(A_s \cdot f_y) - (A_s' \cdot f_s)}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$a = \frac{\left(3421,19 \text{ mm}^2 \left(400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)\right) - \left(1900,66 \text{ mm}^2 \left(285 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)\right)}{0,85 \left(30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right) (350 \text{ mm})}$$

$$a = 109,67 \text{ mm}$$

Gaya tekan beton

$$C_c' = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$$

$$C_c' = 0,85 \left(30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right) (350 \text{ mm}) (109,67 \text{ mm})$$

$$C_c' = 978841,7 \text{ N}$$

Gaya tekan tulangan rangkap

$$C_s' = A_s'_{pasang} \cdot f_s$$

$$C_s' = 1900,66 \text{ mm}^2 \left(285 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$$

$$C_s' = 541689,1 \text{ N}$$

$$M_{npasang} = C_c' \left(d - \frac{a}{2}\right) + C_s' (d - d')$$

$$M_{npasang} = \left[978841,7 \text{ N} \left(687 \text{ mm} - \frac{109,67 \text{ mm}}{2}\right)\right] + [641689,1 \text{ N} (687 \text{ mm} - 63 \text{ mm})]$$

$$M_{npasang} = 956801461,7 \text{ Nmm}$$

Maka,

$$M_{npasang} > M_{nperlu}$$

$$956801461,7 \text{ Nmm} > 765215333,3 \text{ Nmm} \text{ (memenuhi)}$$

- ✓ Syarat SRPMK untuk kekuatan lentur pada balok

$$\text{As pakai tulangan tarik 9 D22} = 3421,19 \text{ mm}^2$$

$$\text{As pakai tulangan tekan 5 D22} = 1900,66 \text{ mm}^2$$

- Masing masing luas tulangan atas dan bawah harus lebih besar dari luas tulangan minimum yang dipersyaratkan.

$$0,025b_w d \geq A_s^- \text{ atau } A_s^+ \geq \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b_w d \text{ atau } \frac{1,4b_w d}{f_y}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.2.1*

$$0,025(350)(689) \geq 3421,19 \text{ mm}^2 \geq \frac{0,25 \sqrt{30}}{400} (350)(689) \text{ atau } \frac{1,4(350)(689)}{400}$$

$$6028,75 \text{ mm}^2 \geq 3421,19 \text{ mm}^2 \geq 844,025 \text{ mm}^2 \text{ atau } 825,521 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

$$0,025(350)(689) \geq 1900,66 \text{ mm}^2 \geq \frac{0,25 \sqrt{30}}{400} (350)(689) \text{ atau } \frac{1,4(350)(689)}{400}$$

$$6028,75 \text{ mm}^2 \geq 1900,66 \text{ mm}^2 \geq 844,025 \text{ mm}^2 \text{ atau } 825,521 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

- Kuat lentur positif balok pada muka kolom harus lebih kecil dari setengah kuat lentur negatifnya. Kuat lentur negatif dan positif pada setiap penampang di sepanjang bentang tidak boleh kurang dari seperempat kuat lentur terbesar pada bentang tersebut.

$$M_{n,l}^+ \geq \frac{1}{2} M_{n,l}^- \text{ dan } M_{n,r}^+ \geq \frac{1}{2} M_{n,r}^-$$

$$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{n,max} \text{ dan } M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{n,max}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.2.2*

$$M_{n,l}^+ \geq \frac{1}{2} M_{n,l}^-$$

$$1900,66 \text{ mm}^2 \geq \frac{1}{2} (3421,19 \text{ mm}^2)$$

$$1900,66 \text{ mm}^2 \geq 1710,60 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

$$M_n^+ \geq \frac{1}{4} M_{n,max} \text{ dan } M_n^- \geq \frac{1}{4} M_{n,max}$$

$$3421,19 \text{ mm}^2 \text{ dan } 1900,66 \text{ mm}^2 \geq \frac{1}{4} (3421,19 \text{ mm}^2)$$

$$3421,19 \text{ mm}^2 \text{ dan } 1900,66 \text{ mm}^2 \geq 855,30 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

Jadi, penulangan lentur untuk balok B 35/70 pada daerah tumpuan kanan dipakai tulangan tarik 9 D22 dan tulangan tekan 5D 22 dengan susunan sebagai berikut :

Tulangan lentur tarik susun 2 lapis

Lapis 1 = 5 D22

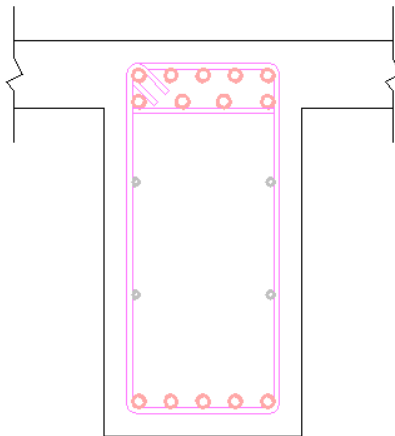
Lapis 2 = 4 D22

Tulangan lentur tekan susun 1 lapis

Lapis 1 = 5 D22

Gambar Sketsa :

TUMPUAN KANAN



Gambar 4. 29 Hasil Penulangan Balok B 35/70 Tumpuan Kanan

### Perhitungan Panjang Penyaluran Tulangan Balok

Tarik dan tekan yang dihitung pada tulangan disetap penampang komponen struktur beton harus disalurkan pada masing-masing sisi penampang tersebut melalui panjang penanaman, kait, batang ulir berkepala (*headed deformed bar*) atau alat mekanis atau kombinasi darinya. Kait kepala (*heads*) tidak boleh digunakan untuk menyalurkan batang tulangan dalam kondisi tekan.

*SNI 03-2847-2013 Pasal 12.1.1*

#### Penyaluran tulangan dalam kondisi tarik

Pengankuran tulangan lentur balok di daerah join dapat dilakukan dengan tulangan berkait atau tanpa kait, tergantung pada ketersediaan *space* di daerah join.

- Bila digunakan tulangan berkait maka panjang penyalurannya ditetapkan sebagai berikut :

Panjang penyaluran  $l_{dh}$  untuk tulangan tarik dengan kait standar  $90^\circ$  dalam beton normal tidak boleh diambil lebih kecil dari  $8d_b$ ,

$$150 \text{ mm, dan } l_{dh} = \frac{f_y d_b}{5,4\sqrt{f'c}}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.7.5.1*

- Bila digunakan tulangan tanpa kait maka panjang penyalurannya tidak boleh diambil lebih kecil dari  $2,5 l_{dh}$  dan  $3,25 l_{dh}$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.7.5.2*

$$l_{dh} = \frac{f_y d_b}{5,4\sqrt{f'c'}}$$

$$l_{dh} = \frac{400 \frac{N}{mm^2} (22 \text{ mm})}{5,4 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}}$$

$$l_{dh} = 297,528 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$

Cek syarat :

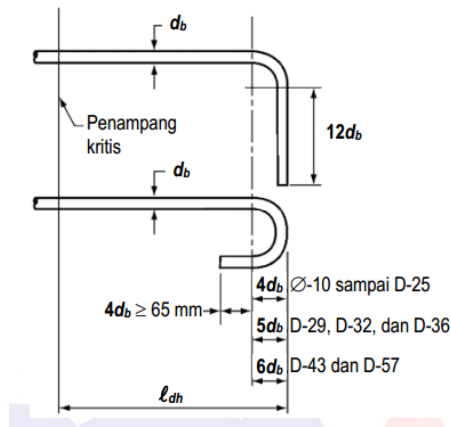
$l_{dh} \geq$  yang terbesar dari 150 mm dan  $8 d_b$

$300 \text{ mm} \geq 150 \text{ mm dan } 8(22 \text{ mm})$

$300 \text{ mm} \geq 150 \text{ mm dan } 176 \text{ mm}$

⇒ Maka panjang penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik 300 mm.

### Panjang Penyaluran Kait



Gambar 4. 30 Panjang Penyaluran Kait

$$12d_b = 12(22 \text{ mm})$$

$$12d_b = 264 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$

$$4d_b = 4(22 \text{ mm})$$

$$4d_b = 88 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

$$4d_b = 4(22 \text{ mm}) \geq 65 \text{ mm}$$

$$4d_b = 88 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

Penyaluran tulangan dalam kondisi tekan

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24fy}{\lambda\sqrt{fc'}} \right) d_b$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.2*

$$l_{dc} = (0,043fy)d_b$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.2*

$$l_{dc1} = \left( \frac{0,24fy}{\lambda\sqrt{fc'}} \right) d_b$$

$$l_{dc1} = \left( \frac{0,24 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right)}{(1,0) \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}} \right) 22 \text{ mm}$$

$$l_{dc1} = 385,5967 \text{ mm}$$

$$l_{dc2} = (0,043fy)d_b$$

$$l_{dc2} = \left( 0,043 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right) \right) 22 \text{ mm}$$

$$l_{dc2} = 378,4 \text{ mm}$$

*Dipilih yang terbesar, sehingga  $l_{dc} = 385,5967 \text{ mm}$*

Reduksi panjang penyaluran (tulangan lebih)

$$l_{dc} = \left( \frac{As_{perlu}}{As_{pasang}} \right) l_{dc}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.3*

$$l_{dc} = \left( \frac{1754,11 \text{ mm}^2}{1900,66 \text{ mm}^2} \right) 385,5967 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 355,865 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$



Cek syarat :

$$l_{dc} \geq 300 \text{ mm}$$

$$350 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm (memenuhi)}$$

⇒ Maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan 350 mm.

Penyaluran tulangan momen negatif

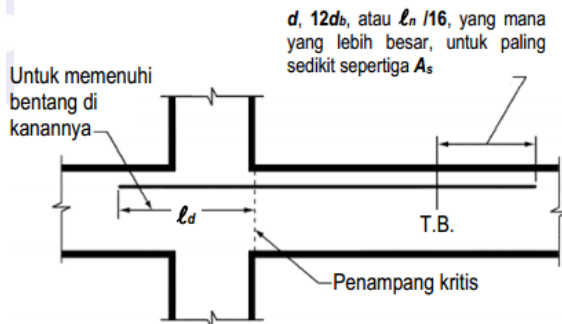
$$d, 12db, \text{ atau } \frac{l_n}{16} \rightarrow \text{dipilih yang terbesar}$$

SNI 03-2847-2013 Pasal 12.12.3

$$d = 687 \text{ mm}$$

$$12db = 12(22 \text{ mm}) = 264 \text{ mm}$$

$$\frac{l_n}{16} = \frac{7725 \text{ mm}}{16} = 482,8125 \text{ mm}$$



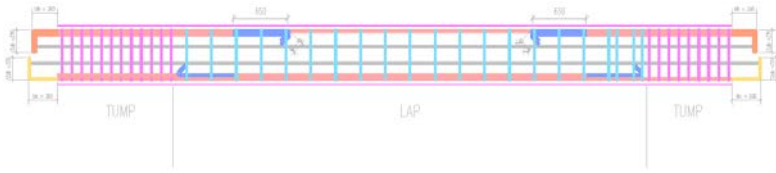
Gambar 4. 31 Penyaluran Tulangan Momen Negatif

Reduksi panjang penyaluran (tulangan lebih)

$$l_d = \left( \frac{A_{s_{perlu}}}{A_{s_{pasang}}} \right) l_d$$

$$l_d = \left( \frac{3292,55 \text{ mm}^2}{3421,19 \text{ mm}^2} \right) 687 \text{ mm}$$

$$l_d = 663,092 \text{ mm} \approx 650 \text{ mm}$$



Gambar 4. 32 Detail Panjang Penyaluran Balok B 35/70 As 4/A – Csw

Pembengkokan sengkang dan kait pengikat

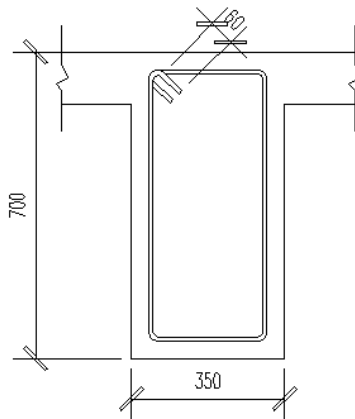
⇒ SNI 03-2847-2013 Pasal 7.1.3

Untuk sengkang dan kait pengikat batang tulangan D-16 dan yang lebih kecil, bengkokan 90 derajat ditambah perpanjangan  $12d_b$  pada ujung bebas batang tulangan

$$6d_b = 6(10 \text{ mm})$$

$$6d_b = 60 \text{ mm}$$

Gambar Sketsa :

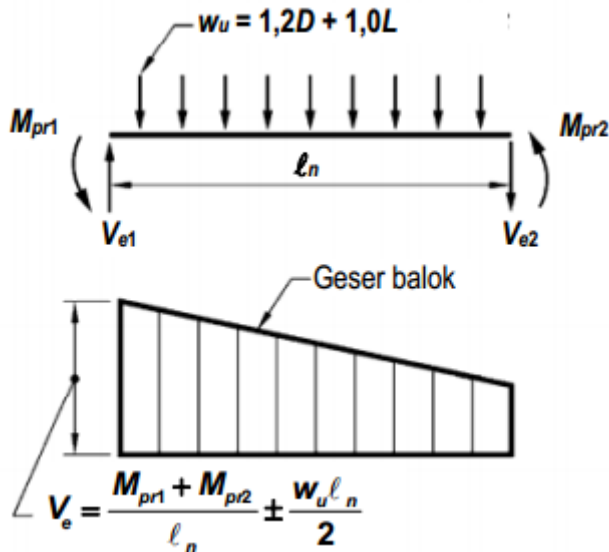


Gambar 4. 33 Pembengkokan Sengkang Balok B 35/70

### ➤ Perhitungan Penulangan Geser

Berdasarkan perhitungan tulangan lentur balok induk melintang (35/70) didapat :

#### Momen Tulangan Terpasang



Gambar 4. 34 Perencanaan Geser untuk Balok SRPMK

#### **Momen Nominal Kiri**

- As pakai tulangan tarik 9 D22 = 3421,19 mm<sup>2</sup>
- As pakai tulangan tekan 5 D22 = 1900,66 mm<sup>2</sup>

$$a = \frac{1,25 A_s \text{ pasang} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$a = \frac{3421,19 \text{ mm}^2 \left( 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)}{0,85 \left( 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) (350 \text{ mm})}$$

$$a = 191,6633 \text{ mm}$$

$$Mn \text{ kiri} = 1,25 \text{ As pasang} \cdot fy \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn \text{ kiri} = 3421,19 \text{ mm}^2 \left( 400 \frac{N}{\text{mm}^2} \right) \left( 689 \text{ mm} - \frac{191,6633 \text{ mm}}{2} \right)$$

$$Mn \text{ kiri} = 1014671903,0 \text{ Nmm}$$

### **Momen Nominal Kanan**

$$\text{➤ As pakai tulangan tarik 9 D22} = 3421,19 \text{ mm}^2$$

$$\text{➤ As pakai tulangan tekan 5 D22} = 1900,66 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{1,25 \text{ As}' \text{ pasang} \cdot fy}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$a = \frac{1900,66 \text{ mm}^2 \left( 400 \frac{N}{\text{mm}^2} \right)}{0,85 \left( 30 \frac{N}{\text{mm}^2} \right) (350 \text{ mm})}$$

$$a = 106,4796 \text{ mm}$$

$$Mn \text{ kanan} = 1,25 \text{ As pasang} \cdot fy \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn \text{ kanan} = 1900,66 \text{ mm}^2 \left( 400 \frac{N}{\text{mm}^2} \right) \left( 689 \text{ mm} - \frac{106,4796 \text{ mm}}{2} \right)$$

$$Mn \text{ kanan} = 604183049,3 \text{ Nmm}$$

Gaya geser pada ujung perletakan diperoleh dari :

$$V_u 1 = \frac{Mn_l + Mn_r}{L_n} + \frac{W_u \cdot L_n}{2}$$

$$V_u 1 = \frac{Mn_l + Mn_r}{L_n} + V_u$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.6.2.2*

### **DAERAH TUMPUAN**

$$V_u 1 = \frac{Mn_l + Mn_r}{L_n} + V_u \text{ tumpuan}$$

$$V_u 1 = \frac{1014671903 \text{ Nmm} + 604183049,3 \text{ Nmm}}{7725 \text{ mm}} + 259385,1 \text{ N}$$

$$V_u 1 = 468945,612 \text{ N}$$

**DAERAH LAPANGAN**

$$\frac{V_u 2}{\frac{1}{4} L_n} = \frac{V_u 1}{\frac{1}{2} L_n}$$

$$V_u 2 = \frac{468945,612 N + \frac{1}{4} (7725 \text{ mm})}{\frac{1}{2} (7725 \text{ mm})}$$

$$V_u 2 = 234472,806 \text{ N}$$

**Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )**

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

$$\sqrt{f_c'} < 8,3 \text{ Mpa}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 11.1.2*

$$\sqrt{30 \text{ MPa}} < 8,3 \text{ Mpa}$$

$$5,477 \text{ MPa} < 8,3 \text{ Mpa} \text{ (memenuhi)}$$

**Kuat geser beton**

Tulangan geser khusus untuk daerah yang berpotensi membentuk sendi plastis (yaitu di sepanjang  $2h$  dari muka kolom), harus dirancang untuk menahan kuat geser perlu dengan menganggap kontribusi penampang beton dalam menahan geser ( $V_c$ ) = 0, bila :

$$1. V_{sway} > \frac{1}{2} V_u$$

$$\frac{Mn_l + Mn_r}{L_n} > \frac{\frac{Mn_l + Mn_r}{L_n} + V_u}{2}$$

$$209560,512 \text{ N} < 234472,806 \text{ N} \text{ (**tidak memenuhi**)}$$

$$2. P_u < \frac{A_g f_c'}{20}$$

$$173818,700 \text{ N} < 393750 \text{ N} \text{ (**memenuhi**)}$$

Maka :

$$V_c = 0,17\lambda\sqrt{f_c'b_wd}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 11.21.2*

$$V_c = 0,17(1,0)\sqrt{30\frac{N}{mm^2}}(350\text{ mm})(689\text{ mm})$$

$$V_c = 224542\text{ N}$$

Kuat geser tulangan geser

$$V_{smin} = 0,33b_wd$$

$$V_{smin} = 0,33(350\text{ mm})(689\text{ mm})$$

$$V_{smin} = 79579,5\text{ N}$$

$$V_{smax} = 0,33\sqrt{f_c'b_wd}$$

$$V_{smax} = 0,33\sqrt{30\frac{N}{mm^2}}(350\text{ mm})(689\text{ mm})$$

$$V_{smax} = 435874,873\text{ N}$$

$$2V_{smax} = 0,66\sqrt{f_c'b_wd}$$

$$2V_{smax} = 0,66\sqrt{30\frac{N}{mm^2}}(350\text{ mm})(689\text{ mm})$$

$$2V_{smax} = 871749,745\text{ N}$$

Pembagian Wilayah Geser Balok

Wilayah balok dibagi menjadi 2 wilayah, yaitu :

1. Wilayah tumpuan seperempat bentang bersih balok dari muka kolom.
2. Wilayah lapangan dimulai dari akhir wilayah tumpuan sampai ke tengah bentang balok.

### Penulangan Geser Balok

#### 1. Pada wilayah tumpuan

$$Vu1 = 468945,612 \text{ N}$$

Cek kondisi :

##### Kondisi 1

$$Vu \leq 0,5\phi Vc \quad \rightarrow \text{tidak perlu tulangan geser}$$

$$468945,612 \text{ N} > 84203,100 \text{ N} \quad \textbf{(tidak memenuhi)}$$

##### Kondisi 2

$$0,5\phi Vc \leq Vu \leq \phi Vc \quad \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$84203,100 \text{ N} < 468945,612 \text{ N} > 168406,201 \text{ N} \quad \textbf{(tidak memenuhi)}$$

##### Kondisi 3

$$\phi Vc \leq Vu \leq \phi(Vc + Vsmin) \quad \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$168406,201 \text{ N} < 468945,612 \text{ N} > 228090,826 \text{ N} \quad \textbf{(tidak memenuhi)}$$

##### Kondisi 4

$$\phi(Vc + Vsmin) \leq Vu \leq \phi(Vc + Vsmax) \quad \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$228090,826 \text{ N} < 468945,612 \text{ N} < 495312,355 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

##### Kondisi 5

$$\phi(Vc + Vsmax) \leq Vu \leq \phi(Vc + 2Vsmax) \quad \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$495312,355 \text{ N} < 468945,612 \text{ N} < 822218,510 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 4.

$$Vs_{perlu} = \frac{Vu - \phi Vc}{\phi}$$

$$Vs_{perlu} = \frac{468945,612 \text{ N} - 0,75(224542 \text{ N})}{0,75}$$

$$Vs_{perlu} = 400719,214 \text{ N}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$A_v \text{ perlu} = \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right) n \text{ kaki}$$

$$A_v \text{ perlu} = \left( \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \right) 2$$

$$A_v \text{ perlu} = 157,080 \text{ mm}^2$$

Bila dipakai spasi :  $s = 120 \text{ mm}$ , maka luas penampang sengkang minimum diperlukan :

$$A_{v_{min}} = 0,062 \sqrt{f_c'} \frac{b_w s}{f_{yv}}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 11.4.6.3*

$$A_{v_{min}} = 0,062 \sqrt{30 \frac{N}{\text{mm}^2}} \frac{(300 \text{ mm})(120 \text{ mm})}{240 \frac{N}{\text{mm}^2}}$$

$$A_{v_{min}} = 59,428 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan geser perlu

$$s \text{ perlu} = \frac{A_v f_y d}{V_s \text{ perlu}}$$

$$s \text{ perlu} = \frac{157,080 \text{ mm}^2 \left( 240 \frac{N}{\text{mm}^2} \right)}{400719,214 \text{ N}} 689 \text{ mm}$$

$$s \text{ perlu} = 64,820 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan geser di daerah tumpuan dengan jarak 120 mm

### KONTROL JARAK SPASI TULANGAN GESER

- Diperlukan spasi tulangan geser disepanjang jarak  $2h$  dari sisi muka kolom terdekat.

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.3.1*

$$2h = 2 (700 \text{ mm}) = 1400 \text{ mm}$$



Dengan persyaratan SRPMK untuk kekuatan geser balok :

$$1. \quad s \text{ pakai} \leq \frac{d}{4}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.3.2 (a)*

$$s \text{ pakai} \leq \frac{689 \text{ mm}}{4}$$

$$120 \text{ mm} \leq 172,3 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

$$2. \quad s \text{ pakai} \leq 6D_{\text{lentur}}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.3.2 (b)*

$$s \text{ pakai} \leq 6(22 \text{ mm})$$

$$120 \text{ mm} \leq 132 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

$$3. \quad s \text{ pakai} \leq 150 \text{ mm}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.3.2 (c)*

$$s \text{ pakai} \leq 150 \text{ mm}$$

$$120 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

- Senggang pertama dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka kolom terdekat.

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.3.2*

*Kontrol syarat penulangan geser memenuhi, sehingga dipasang Ø10-120 mm dengan senggang 2 kaki.*

2. Pada wilayah lapangan

$$Vu_2 = 234472,806 \text{ N}$$

Cek kondisi :

Kondisi 1

$$Vu \leq 0,5\phi Vc$$

$$234472,806 \text{ N} > 84203,100 \text{ N}$$

→ tidak perlu tulangan geser

**(tidak memenuhi)**

Kondisi 2

$$0,5\phi Vc \leq Vu \leq \phi Vc$$

$$84203,100 \text{ N} < 234472,806 \text{ N} > 168406,201 \text{ N}$$

→ perlu tulangan geser

**(tidak memenuhi)**

Kondisi 3

$$\phi Vc \leq Vu \leq \phi (Vc + Vs_{min})$$

$$168406,201 \text{ N} < 234472,806 \text{ N} < 228090,826 \text{ N}$$

→ perlu tulangan geser

**(memenuhi)**

Kondisi 4

$$\phi (Vc + Vs_{min}) \leq Vu \leq \phi (Vc + Vs_{max})$$

$$228090,826 \text{ N} < 234472,806 \text{ N} < 495312,355 \text{ N}$$

→ perlu tulangan geser

**(memenuhi)**

Kondisi 5

$$\phi (Vc + Vs_{max}) \leq Vu \leq \phi (Vc + 2Vs_{max})$$

$$495312,355 \text{ N} < 234472,806 \text{ N} < 822218,510 \text{ N}$$

→ perlu tulangan geser

**(memenuhi)**

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 3.

$$Vs_{perlu} = \frac{Vu - \phi Vc}{\phi}$$

$$Vs_{perlu} = \frac{234472,806 \text{ N} - 0,75(224542 \text{ N})}{0,75}$$

$$Vs_{perlu} = 88088,807 \text{ N}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$Av \text{ perlu} = \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right) n \text{ kaki}$$

$$Av \text{ perlu} = \left( \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \right) 2$$

$$Av \text{ perlu} = 157,080 \text{ mm}^2$$

Bila dipakai spasi :  $s = 300 \text{ mm}$ , maka luas penampang sengkang minimum diperlukan :

$$Av_{min} = 0,062 \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_{yt}}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 11.4.6.3*

$$Av_{min} = 0,062 \sqrt{30 \frac{N}{\text{mm}^2}} \frac{(300 \text{ mm})(300 \text{ mm})}{240 \frac{N}{\text{mm}^2}}$$

$$Av_{min} = 148,570 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan geser perlu

$$s \text{ perlu} = \frac{Av f_y d}{Vs \text{ perlu}}$$

$$s \text{ perlu} = \frac{157,080 \text{ mm}^2 \left( 240 \frac{N}{\text{mm}^2} \right) 689 \text{ mm}}{88088,807 N}$$

$$s \text{ perlu} = 294,869 \text{ mm}$$

*Maka dipasang tulangan geser di daerah lapangan dengan jarak 300 mm*

### **KONTROL JARAK SPASI TULANGAN GESER**

- Diperlukan spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok.

$$s \text{ pakai} \leq \frac{d}{2}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.3.4*

$$s_{\text{pakai}} \leq \frac{d}{2}$$

$$s_{\text{pakai}} \leq \frac{689 \text{ mm}}{2}$$

$$300 \text{ mm} \leq 344,50 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

Kontrol syarat penulangan geser memenuhi, sehingga dipasang  $\emptyset 10$ -300 mm dengan sengkang 2 kaki.

- o Diperlukan spasi tulangan geser yang disambung lewatkan tidak boleh melebihi yang lebih kecil dari  $\frac{d}{4}$  dan 100 mm  
SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.2.3

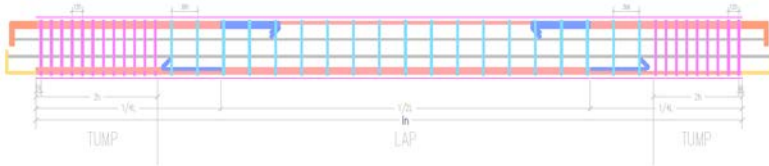
$$s_{\text{pakai}} \leq \frac{d}{4} \text{ dan } 100 \text{ mm}$$

$$s_{\text{pakai}} \leq \frac{689 \text{ mm}}{2} \text{ dan } 100 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} \leq 172,3 \text{ mm dan } 100 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

Maka dipasang tulangan geser di daerah sambungan lewatkan dengan jarak 100 mm

Gambar Sketsa :



Gambar 4. 35 Detail Spasi Tulangan Geser Balok B 35/70 As  
4/A – Csw

Dengan perhitungan yang sama, berikut rekapitulasi penulangan balok berdasarkan tipe balok (*terlampir*)

#### 4.4.2 Perhitungan Tulangan Kolom

##### Perhitungan Penulangan Kolom Persegi

Perhitungan tulangan kolom (85/70) ditinjau berdasarkan aksial terbesar, momen terbesar. Untuk kolom (85/70) pada As 3 – D menggunakan sistem ganda, berikut data-data perencanaan kolom, gambar denah kolom, hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000, ketentuan perhitungan penulangan kolom dengan metode SRPMK, perhitungan serta hasil akhir gambar penulangan kolom adalah sebagai berikut :

Data-data perencanaan tulangan kolom :

Tipe kolom	: K1
As kolom	: As 3 – D
Tinggi kolom	: 3000 mm
Kuat tekan beton ( $f_c'$ )	: 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ )	: 400 MPa
Kuat leleh tulangan geser ( $f_{yv}$ )	: 240 MPa
Kuat leleh tulangan puntir ( $f_{yt}$ )	: 400 MPa
Diameter tulangan lentur ( $\emptyset$ lentur)	: 22
Diameter tulangan geser ( $\emptyset$ geser)	: 13
Tebal selimut beton (t decking)	: 40 mm

*SNI 03-2847-2013 pasal 7.7.1*

Faktor  $\beta_1$  : 0,838

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.2.7.3*

Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\phi$ ) : 0,65

*SNI 03-2847-2013 pasal 9.3.2.2 (b)*

Faktor reduksi kekuatan geser ( $\phi$ ) : 0,75

*SNI 03-2847-2013 pasal 9.3.2.3*

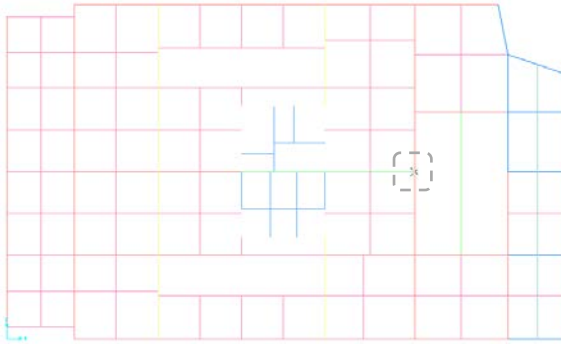
##### Hasil output dan diagram gaya dalam dari SAP 2000

Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu SAP 2000, didapatkan hasil output dan diagram gaya dalam sehingga digunakan dalam proses perhitungan penulangan kolom.

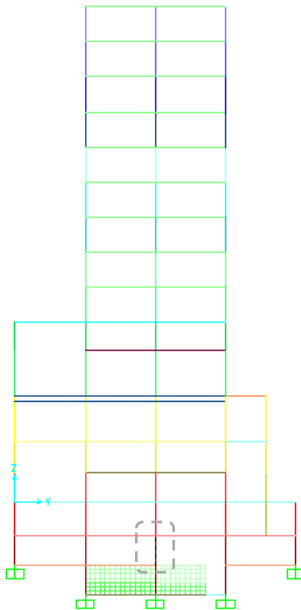
Adapun dalam pengambilan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 yaitu gaya yang ditinjau harus ditentukan dan digunakan akibat dari beberapa macam kombinasi

pembebanan. Kombinasi pembebanan yang digunakan terdiri dari kombinasi beban gravitasi dan kombinasi beban gempa.

### Denah posisi kolom yang ditinjau



Gambar 4. 36 Denah Posisi Kolom K1 (85/70) pada As 3 – D



Gambar 4. 37 Posisi Kolom K1 (85/70) pada As 3 – D

## HASIL OUTPUT SAP

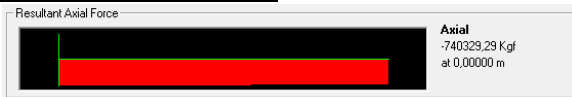
### Hasil Output Diagram Axial

#### Kombinasi 1,2D



Gaya Aksial : 542024,56 kg

#### Kombinasi 1,2D + 1,6L



Gaya Aksial : 740329,29 kg

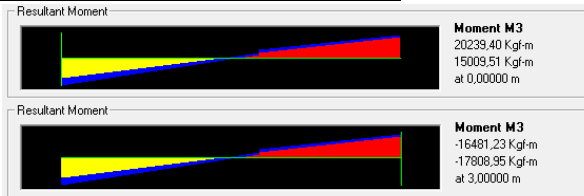
### Hasil Output Diagram Lentur

Momen pada penampang kolom ditinjau dari dua arah, yaitu momen arah X dan arah Y.

#### Untuk momen arah X

❖ Momen akibat pengaruh gempa

#### Kombinasi 1,3214D + 1,3Ex + 1L

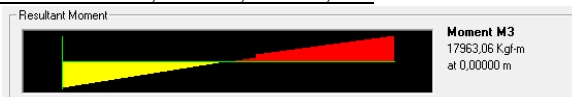


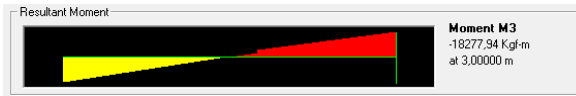
$$M_{1s} = 20239,40 \text{ kgm}$$

$$M_{2s} = 17808,95 \text{ kgm}$$

❖ Momen akibat pengaruh beban gravitasi

#### Kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5Lr





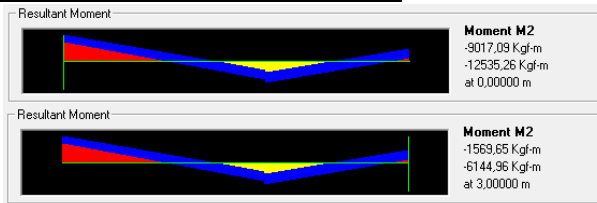
$$M_{1ns} = 17963,06 \text{ kgm}$$

$$M_{2ns} = 18277,94 \text{ kgm}$$

### Untuk momen arah Y

❖ Momen akibat pengaruh gempa

### Kombinasi 1,3214D + 1,3Ex + 1L

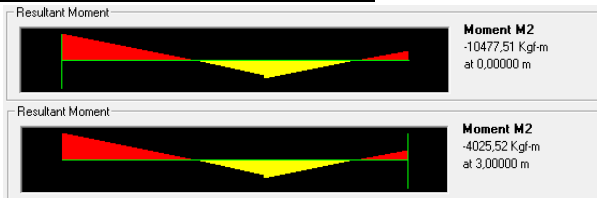


$$M_{1s} = 12535,26 \text{ kgm}$$

$$M_{2s} = 6144,96 \text{ kgm}$$

❖ Momen akibat pengaruh beban gravitasi

### Kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5Lr



$$M_{1ns} = 10477,51 \text{ kgm}$$

$$M_{2ns} = 4025,52 \text{ kgm}$$

### Persyaratan Gaya dan Geometri SRPMK

✓  $P_u > 0,1A_g f'_c$

$$76008270 \text{ N} > 0,1(850 \text{ mm})(700 \text{ mm})(30 \text{ N/mm}^2)$$

$$76008270 \text{ N} > 1785000 \quad \textbf{(memenuhi)}$$



- ✓  $c_1 \geq 300$   
850 mm > 300 mm (memenuhi)
- ✓  $c_2 \geq 300$   
700 mm > 300 mm (memenuhi)
- ✓  $c_1 / c_2 \geq 0,4$   
850 mm / 700 > 0,4  
1,214 > 0,4 (memenuhi)

#### Kelangsingan kolom :

Kontrol kelangsingan kolom

$$\beta_{dns} = \frac{1,2 PDL}{1,2 PDL + 1,6 PLL} < 1,0$$

SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.2

$$\beta_{dns} = \frac{542024,56 \text{ kg}}{740329,29 \text{ kg}} < 1,0$$

$$\beta_{dns} = 0,7321 < 1,0$$

#### Panjang tekuk kolom

$$\psi = \frac{\sum \left( \frac{EI}{L} \right)_{kolom}}{\sum \left( \frac{EI}{L} \right)_{balok}}$$

SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.7.2

#### ○ KEKAKUAN KOLOM ATAS

- Kekakuan Kolom (85/70)

$$EI_k = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.1

$$I_g = 0,7 \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_g = 0,7 \frac{1}{12} (850 \text{ mm})(700 \text{ mm})^3$$

$$I_g = 17007083333 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}$$

$$E_c = 25742,9602 \text{ Nmm}$$

$$EI_k = \frac{0,4(25742,9602 \text{ Nmm})(17007083333 \text{ mm}^4)}{1 + 0,7321}$$

$$EI_k = 1011033086385050 \text{ Nmm}^2$$

- Kekakuan Balok (30/60)

$$EI_b = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.1*

$$I_g = 0,35 \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_g = 0,35 \frac{1}{12} (300 \text{ mm})(600 \text{ mm})^3$$

$$I_g = 1890000000 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}$$

$$E_c = 25742,9602 \text{ Nmm}$$

$$EI_b = \frac{0,4(25742,9602 \text{ Nmm})(1890000000 \text{ mm}^4)}{1 + 0,7321}$$

$$EI_b = 112356275077604 \text{ Nmm}^2$$

- Kekakuan Balok (35/65)

$$EI_b = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.1*

$$I_g = 0,35 \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_g = 0,35 \frac{1}{12} (350 \text{ mm})(650 \text{ mm})^3$$

$$I_g = 2803463542 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{30 \frac{N}{\text{mm}^2}}$$

$$E_c = 25742,9602 \text{ Nmm}$$

$$EI_b = \frac{0,4(25742,9602 \text{ Nmm})(2803463542 \text{ mm}^4)}{1 + 0,7321}$$

$$EI_b = 166659640665362 \text{ Nmm}^2$$

○ KEKAKUAN KOLOM BAWAH

- Kekakuan Kolom (85/70)

$$EI_k = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.1*

$$I_g = 0,7 \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_g = 0,7 \frac{1}{12} (850 \text{ mm})(700 \text{ mm})^3$$

$$I_g = 17007083333 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}$$

$$E_c = 25742,9602 \text{ Nmm}$$

$$EI_k = \frac{0,4(25742,9602 \text{ Nmm})(17007083333 \text{ mm}^4)}{1 + 0,7321}$$

$$EI_k = 1011033086385050 \text{ Nmm}^2$$

- Kekakuan Balok (35/65)

$$EI_b = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.1*

$$I_g = 0,35 \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_g = 0,35 \frac{1}{12} (350 \text{ mm})(650 \text{ mm})^3$$

$$I_g = 2803463542 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}$$

$$E_c = 25742,9602 \text{ Nmm}$$

$$EI_b = \frac{0,4(25742,9602 \text{ Nmm})(2803463542 \text{ mm}^4)}{1 + 0,7321}$$

$$EI_b = 166659640665362 \text{ Nmm}^2$$

Kekakuan kolom atas

$$\Psi_A = \frac{\left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{kolom yang ditinjau}} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{kolom diatasnya}}}{\left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{balok}}}$$

$$\Psi_A = \frac{\frac{1011033086385050}{3000} + \frac{1011033086385050}{3350}}{\frac{166659640665362}{7000} + \frac{166659640665362}{7000} + \frac{112356275077604}{7500}}$$

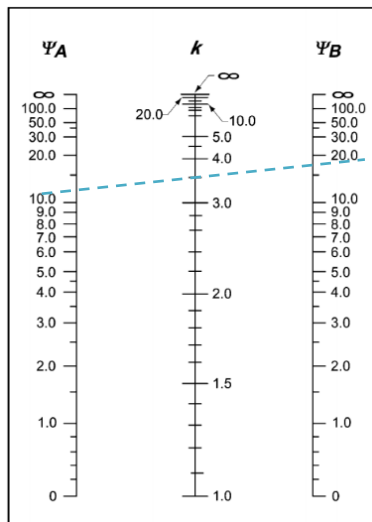
$$\Psi_A = 10,2050$$

Kekakuan kolom bawah

$$\Psi_B = \frac{\left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{kolom yang ditinjau}} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{kolom dibawahnya}}}{\left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{balok}}}$$

$$\Psi_B = \frac{\frac{1011033086385050}{3000} + \frac{1011033086385050}{3000}}{\frac{166659640665362}{7000} + \frac{166659640665362}{7000}}$$

$$\Psi_B = 14,9202$$



Gambar 4. 38 Faktor Panjang Efektif k

Dari grafik aligment didapatkan faktor panjang efektif,  $k = 3,5$   
 Kontrol kelangsingan kolom

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.1.2*

$$r = \sqrt{\frac{\frac{1}{12}bh^3}{bh}}$$

$$r = \sqrt{\frac{\frac{1}{12}(850\text{ mm})(700\text{ mm})^3}{(850\text{ mm})(700\text{ mm})}}$$

$$r = 202,0726\text{ mm}$$

$$\frac{k L_u}{r} \leq 22$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.1(a)*

$$\frac{(3,5)(3000\text{ mm})}{202,0726\text{ mm}} \leq 22$$

$51,9615 \leq 22$  (**maka kolom termasuk kolom tidak langsing**)

FAKTOR PEMBESARAN MOMEN ( $\delta_s$ )

$$P_c = \frac{\pi EI}{(K L_u)^2}$$

$$P_c = \frac{\pi (1011033086385050\text{ Nmm}^2)}{(3,5 (3000\text{ mm}))^2}$$

$$P_c = 9050790,566\text{ kg}$$

$$\Sigma P_c = n P_c = 1(9050790,566\text{ kg}) = 9050790,57\text{ kg}$$

$$\Sigma P_u = n P_u = 1(760082,70\text{ kg}) = 760082,70\text{ kg}$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma P_u}{0,75 \Sigma P_c}} \geq 1$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.7.4*

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{760082,70 \text{ kg}}{0,75(9050790,57 \text{ kg})}} \geq 1$$

$$\delta_s = 1,1261 \geq 1$$

*Maka didapat  $\delta_s = 1,1261$  dalam perhitungan pembesaran momen.*

#### PEMBESARAN MOMEN X :

Dari output SAP 2000 diperoleh :

$$M_{1ns} = 17963,06 \text{ kgm}$$

$$M_{2ns} = 18277,94 \text{ kgm}$$

$$M_{1s} = 20239,40 \text{ kgm}$$

$$M_{2s} = 17808,95 \text{ kgm}$$

$$M_1 = M_{1ns} + \delta_s M_{1s}$$

$$M_1 = 17963,06 \text{ kgm} + 1,1261(20239,40 \text{ kgm})$$

$$M_1 = 40754,48251 \text{ kgm}$$

$$M_1 = 407544825,1 \text{ Nmm}$$

$$M_2 = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

$$M_2 = 18277,94 \text{ kgm} + 1,1261(17808,95 \text{ kgm})$$

$$M_2 = 38332,45268 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 383324526,8 \text{ Nmm}$$

Diambil momen terbesar yaitu

$$M_1 = 407544825,1 \text{ Nmm}$$

PEMBESARAN MOMEN Y :

Dari output SAP 2000 diperoleh :

$$M_{1ns} = 10477,51 \text{ kgm}$$

$$M_{2ns} = 4025,52 \text{ kgm}$$

$$M_{1s} = 12535,26 \text{ kgm}$$

$$M_{2s} = 6144,96 \text{ kgm}$$

$$M_1 = M_{1ns} + \delta_s M_{1s}$$

$$M_1 = 10477,51 \text{ kgm} + 1,1261(12535,26 \text{ kgm})$$

$$M_1 = 24593,36358 \text{ kgm}$$

$$M_1 = 245933635,8 \text{ Nmm}$$

$$M_2 = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

$$M_2 = 4025,52 \text{ kgm} + 1,1261(6144,96 \text{ kgm})$$

$$M_2 = 10945,30911 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 109453091,1 \text{ Nmm}$$

Diambil momen terbesar yaitu

$$M_1 = 245933635,8 \text{ Nmm}$$

Maka momen yang digunakan untuk menghitung kolom adalah 407544825,1 Nmm

PENENTUAN JUMLAH TULANGAN

Dalam menentukan jumlah kebutuhan tulangan lentur kolom, digunakan Diagram Interaksi pada buku Tabel Grafik dan Diagram Interaksi untuk Perhitungan Struktur Beton berdasarkan SNI 1992. Keterangan yang dibutuhkan dalam penggunaan Diagram Interaksi adalah

$$\mu h = h_{kolom} - 2 \cdot t_{decking} - 2 \cdot \phi_{geser} - \phi_{lentur}$$

$$\mu h = 700 \text{ mm} - 2(40 \text{ mm}) - 2(13 \text{ mm}) - 22 \text{ mm}$$

$$\mu h = 572 \text{ mm}$$

$$\mu = \frac{\mu h}{h_{kolom}}$$



$$\mu = \frac{572 \text{ mm}}{700 \text{ mm}}$$

$$\mu = 0,8171 \approx 0,8$$

Sumbu Vertikal

$$\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{P_u}{b h}$$

$$\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{7600827,0 \text{ N}}{(850 \text{ mm})(700 \text{ mm})}$$

$$\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{7600827,0 \text{ N}}{595000 \text{ mm}^2}$$

$$\frac{\phi P_n}{A_g} = 12,7745$$

Sumbu Horizontal

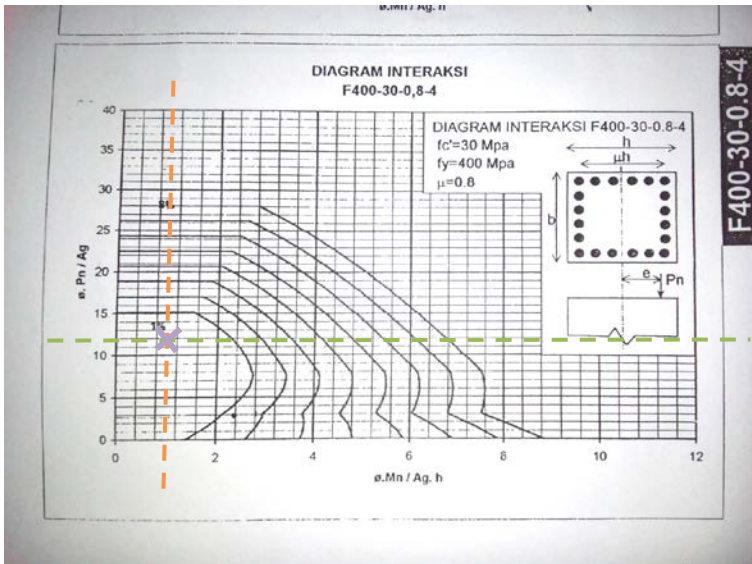
$$\frac{\phi M_n}{A_g} = \frac{M_u}{b h^2}$$

$$\frac{\phi M_n}{A_g} = \frac{407544825,1 \text{ Nmm}}{(850 \text{ mm})(700 \text{ mm})^2}$$

$$\frac{\phi M_n}{A_g} = \frac{407544825,1 \text{ Nmm}}{416500000 \text{ mm}^3}$$

$$\frac{\phi M_n}{A_g} = 0,9785$$

Kolom didisain dengan penulangan sisi, sehingga digunakan diagram interaksi 4 sisi, berikut adalah diagram interaksi yang digunakan :



Gambar 4. 39 Diagram Interaksi Penulangan 4 sisi

Maka didapat  $\rho_{perlu} = 1\%$

Luas tulangan lentur perlu

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{perlu} b h$$

$$A_{s_{perlu}} = 0,001 (850 \text{ mm})(700 \text{ mm})$$

$$A_{s_{perlu}} = 5950 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan lentur

$$\text{Luas tulangan D22} = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$\text{Luas tulangan D22} = \frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2$$

$$\text{Luas tulangan D22} = 380,133 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur pasang

$$n = \frac{A_{s_{perlu}}}{\text{luas tulangan 22}}$$

$$n = \frac{5950 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 15,6524 \approx 16$$

Luasan tulangan lentur pasang

$$As_{pasang} = n \left( \frac{1}{4} \pi D^2 \right)$$

$$As_{pasang} = 16 \left( \frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2 \right)$$

$$As_{pasang} = 6082,123 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan 16 D22

Prosentase Tulangan Terpasang

$$\frac{As_{pasang}}{b h} 100\% < 8\%$$

$$\left( \frac{6082,123 \text{ mm}^2}{(850 \text{ mm})(700 \text{ mm})} \right) 100\% < 8\%$$

$$\left( \frac{6082,123 \text{ mm}^2}{595000 \text{ mm}^2} \right) 100\%$$

$$1,0222\% < 8\% \text{ (OK)}$$

Cek kondisi balance :

Tinggi efektif balok :

$$d = h - \text{decking} - \emptyset \text{sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{tulangan lentur}$$

$$d = 700 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 13 \text{ mm} - \frac{1}{2} (22 \text{ mm})$$

$$d = 636 \text{ mm}$$

$$d' = \text{decking} + \emptyset \text{sengkang} + \frac{1}{2} \emptyset \text{tulangan lentur}$$

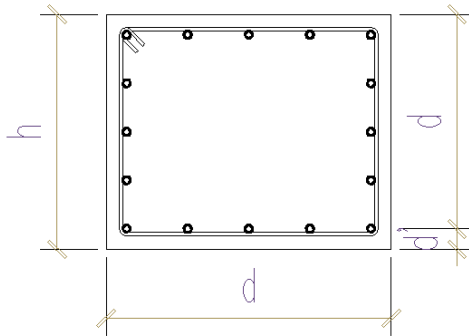
$$d' = 40 \text{ mm} + 13 \text{ mm} + \frac{1}{2} (22 \text{ mm})$$

$$d' = 64 \text{ mm}$$

$$d'' = h - \text{decking} - \emptyset \text{sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{tulangan lentur} - \frac{h}{2}$$

$$d'' = 700 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 13 \text{ mm} - \frac{1}{2} (22 \text{ mm}) - \frac{700 \text{ mm}}{2}$$

$$d'' = 286 \text{ mm}$$



Gambar 1. Tinggi Efektif Kolom

$$X_b = \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) d$$

$$X_b = \left( \frac{600}{600 + 400 \frac{N}{mm^2}} \right) 636 \text{ mm}$$

$$X_b = 381,6 \text{ mm}$$

$$ab = 0,85 X_b$$

$$ab = 0,85(381,6 \text{ mm})$$

$$ab = 324,36 \text{ mm}$$

$$C'_s = A_s (f_y 0,85 f'_c)$$

$$C'_s = 6082,123 \text{ mm}^2 \left( \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right) 0,85 \left( 30 \frac{N}{mm^2} \right) \right)$$

$$C'_s = 62037654,6 \text{ N}$$

$$T = A_s f_y$$

$$T = 6082,123 \text{ mm}^2 \left( 400 \frac{N}{\text{mm}^2} \right)$$

$$T = 2432849,2 \text{ N}$$

$$C'_c = 0,85 \beta_1 f'_c b X_b$$

$$C'_c = 0,85(0,8379) \left( 30 \frac{N}{\text{mm}^2} \right) (400 \text{ mm})(381,6 \text{ mm})$$

$$C'_c = 3261374,928 \text{ N}$$

$$P_b = C'_c + C'_s - T$$

$$P_b = 3261374,928 \text{ N} + 62037654,6 \text{ N} - 2432849,2 \text{ N}$$

$$P_b = 62866180,328 \text{ N}$$

$$M_b = C'_c \left( d - d'' - \frac{ab}{2} \right) + C'_s (d - d'' - d') + T(d'')$$

$$M_b = 3261374,928 \left( 636 - 286 - \frac{324,36}{2} \right) + 62037654,6(636 - 286 - 64) + 2432849,2(286)$$

$$M_b = 25313314325,77696 \text{ Nmm}$$

$$M_b = P_b e_b$$

$$e_b = \frac{M_b}{P_b}$$

$$e_b = \frac{25313314325,77696 \text{ Nmm}}{62866180,328 \text{ N}}$$

$$e_b = 402,6539 \text{ mm}$$

$$M_u = \frac{M}{\phi}$$

$$M_u = \frac{407544825,1 \text{ Nmm}}{0,65}$$

$$M_u = 626992038,6154 \text{ Nmm}$$

$$P_u = \frac{P}{\phi}$$

$$P_u = \frac{7600827,0 \text{ N}}{0,65}$$

$$P_u = 11693580 \text{ N}$$

$$e_{perlu} = \frac{M_u}{P_u}$$

$$e_{perlu} = \frac{407544825,1 \text{ Nmm}}{7600827,0 \text{ N}}$$

$$e_{perlu} = 53,6185 \text{ mm}$$

$$e_{min} = 15,24 + 0,03h$$

$$e_{min} = 15,24 + 0,03(700 \text{ mm})$$

$$e_{min} = 36,24 \text{ mm}$$

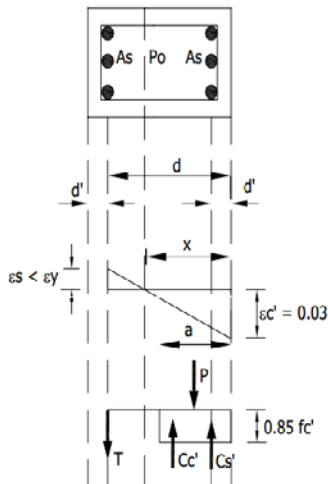
Kontrol kondisi

$$e_{min} < e_{perlu} < e_b$$

$$36,24 \text{ mm} < 53,6185 \text{ mm} < 402,6539 \text{ mm}$$

*Maka kolom termasuk kondisi tekan menentukan*

### Kontrol kondisi tekan menentukan



Gambar 4. 40 Kontrol Kondisi Tekan Kolom

$$C'_s = A_s(f_y 0,85 f'_c)$$

$$C'_s = 6082,123 \text{ mm}^2 \left( 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) 0,85 \left( 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$C'_s = 62037654,6 \text{ N}$$

$$C'_c = 0,85 \beta_1 f'_c b X_b$$

$$C'_c = 0,85 (0,8379) \left( 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) (400 \text{ mm}) X_b$$

$$C'_c = 8546,58 X_b$$

Mencari nilai X :

$$a = 0,54d$$

$$0,85X = 0,54(636 \text{ mm})$$

$$X = 404,0471 \text{ mm}$$

Maka,

$$C'_c = 8546,58(404,0471 \text{ mm})$$

$$C'_c = 3453220,512 \text{ N}$$

Mencari nilai  $f_s$

$$f_s = \left(\frac{d}{x} - 1\right) 600$$

$$f_s = \left(\frac{636 \text{ mm}}{404,0471} - 1\right) 600$$

$$f_s = 344,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_s < f_y = 344,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow f_s = 344,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$T = A_s f_s$$

$$T = 6082,123 \text{ mm}^2 \left(344,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$$

$$T = 2094952,8924 \text{ N}$$

$$\varepsilon_s < \varepsilon_y \rightarrow (f_y < f_s)$$

$$\varepsilon_s = \left(\frac{d}{X} - 1\right) 0,003$$

$$\varepsilon_s = \left(\frac{686 \text{ mm}}{404,0471 \text{ mm}} - 1\right) 0,003$$

$$\varepsilon_s = 0,002093$$

$$f_s = \varepsilon_s E_s$$

$$f_s = 0,002093 \left(200000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$$

$$f_s = 418,6931 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$$



$$\varepsilon_y = \frac{400 \frac{N}{mm^2}}{200000 \frac{N}{mm^2}}$$

$$\varepsilon_y = 0,002$$

$$\varepsilon_s < \varepsilon_y$$

$$0,002093 < 0,002 \text{ (**memenuhi**)}$$

$$P = C'_c + C'_s - T$$

$$P = 3453220,512 \text{ N} + 62037654,6 \text{ N} - 2094952,8924 \text{ N}$$

$$P = 63395922,2196 \text{ N}$$

$$P > P_b$$

$$63395922,2196 \text{ N} > 62866180,328 \text{ N} \text{ (**memenuhi**)}$$

$$a = 0,85X$$

$$a = 0,85(404,0471 \text{ mm})$$

$$a = 343,4400 \text{ mm}$$

$$M_n = C'_c \left( d - d'' - \frac{a}{2} \right) + C'_s (d - d'' - d') + T(d'')$$

$$M_n = 3453220,5 \text{ N} \left( 686 \text{ mm} - 286 \text{ mm} - \frac{343,4400 \text{ mm}}{2} \right) + 62037654,6 \text{ N} (686 \text{ mm} - 286 \text{ mm} - 64 \text{ mm}) + 2094952,9 \text{ N} (286 \text{ mm})$$

$$M_n = 21033796591,94 \text{ Nmm}$$

Cek syarat :

$$M_n > M_u$$

$$21033796591,94 \text{ Nmm} > 407544825,1 \text{ Nmm} \text{ (**memenuhi**)}$$

Jadi dapat digunakan tulangan utama kolom sebesar 16 D22

**KONTROL**

- ✓ Jarak Spasi Tulangan Pakai

Syarat :

$S_{maks} \geq S_{sejajar} = 40 \text{ mm} \rightarrow$  susun 1 lapis

$S_{maks} \leq S_{sejajar} = 40 \text{ mm} \rightarrow$  perbesar penampang kolom

Jarak bersih antar tulangan

$$s_{maks} = \frac{b - (2 \cdot t_{decking}) - (2 \cdot \phi_{geser}) - (jumlah \ tulangan \cdot D_{lentur})}{jumlah \ tulangan - 1}$$

$$s_{maks} = \frac{(850 \text{ mm}) - 2(40 \text{ mm}) - 2(13 \text{ mm}) - 5(22 \text{ mm})}{5 - 1}$$

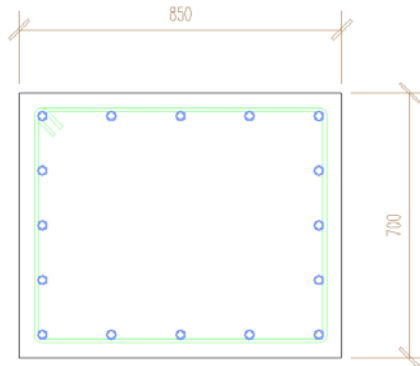
$$s_{maks} = 158,5 \text{ mm} > 40 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

- ✓ Syarat SRPMK untuk kekuatan lentur pada kolom

$$A_{st} > 0,01A_g < 0,06A_g$$

$$6082 \text{ mm}^2 > 5950 \text{ mm}^2 < 35700 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

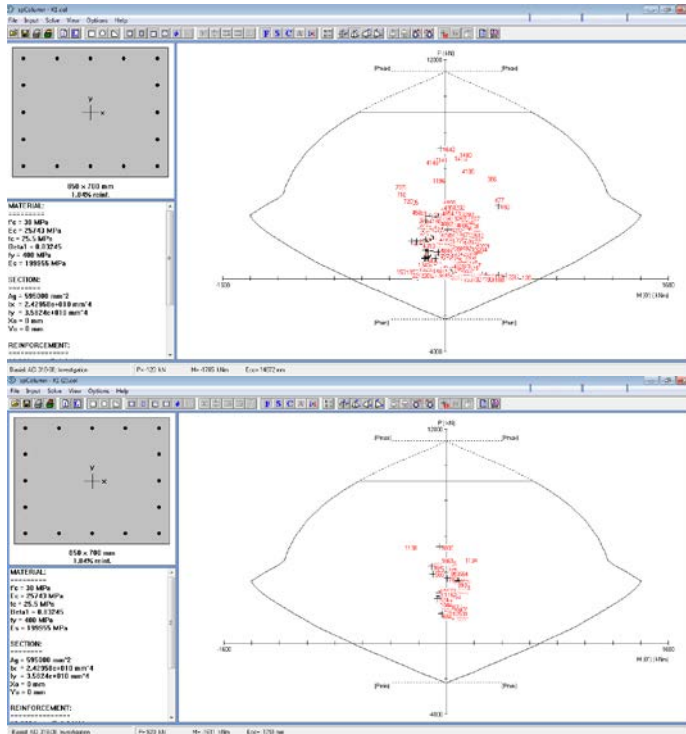
Gambar Sketsa :



Gambar 2. Hasil Penulangan Kolom K1 (85/70)

## Cek dengan program pcaColumn

Output terbesar yang didapat dari SAP dimasukkan dalam analisis pcaColumn, sehingga diperoleh grafik momen sebagai berikut :



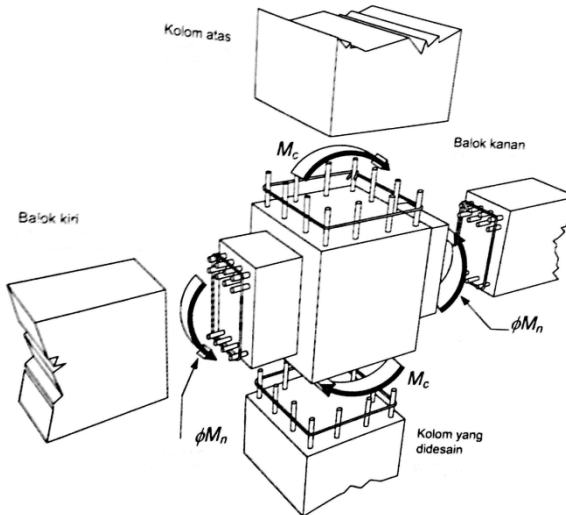
Gambar 4. 41 Hasil Output spColumn K1

*Jadi kolom dapat menahan gaya lentur dan aksial yang terjadi.*

### Perhitungan Kekuatan Lentur Minimum Kolom

Kuat kolom  $\phi M_n$  harus memenuhi  $\Sigma M_c \geq 1,2 \Sigma M_g$

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.6.4.4*

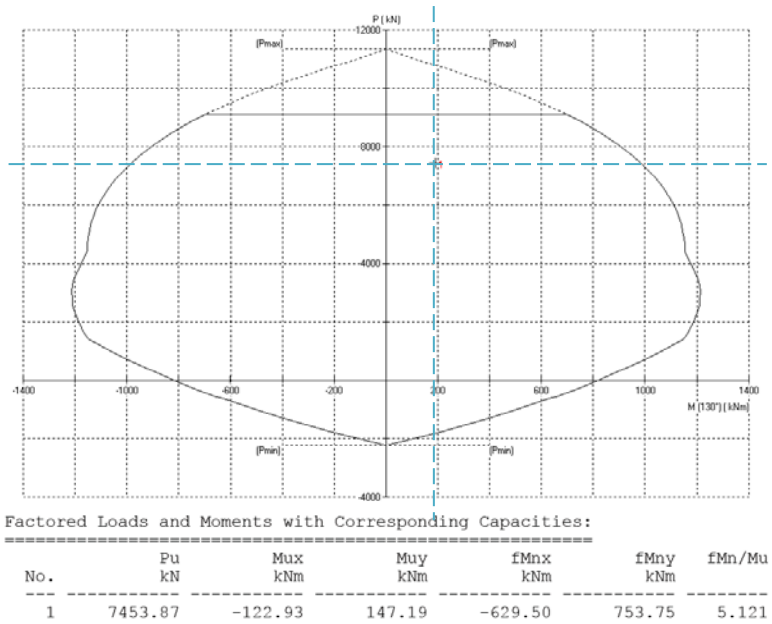


Gambar 4. 42 Ilustrasi  $\phi M_n$  Balok Akibat Goyangan Struktur

$$\begin{aligned} \text{Jadi } 1,2 \Sigma M_g &= 1,2 (633,5784 + 337,5131) \text{ kNm} \\ &= 1165,3098 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\Sigma M_c = 629,50 + 629,50 = 1259,0 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_c &\geq 1,2 \Sigma M_g \\ 1259,0 \text{ kNm} &\geq 1165,3098 \text{ kNm} \text{ (**memenuhi**)} \end{aligned}$$



Gambar 4. 43 Diagram Interaksi Kolom Desain spColumn K1

### Perhitungan Penulangan *Confinement*

Total luas penampang sengkang tidak kurang dari salah satu yang terbesar antara :

$$A_{sh} > 0,3 \frac{sbc fc'}{fyt} \left[ \left( \frac{Ag}{Ach} \right) - 1 \right] \text{ dan } 0,09 \frac{sbc fc'}{fyt}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.6.4.4*

$$A_{sh} = 0,3 \frac{sbc fc'}{fyt} \left[ \left( \frac{Ag}{Ach} \right) - 1 \right]$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = 0,3 \frac{bc fc'}{fyt} \left[ \left( \frac{Ag}{Ach} \right) - 1 \right]$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = 0,3 \frac{\left[ (850 - 2 \left( 40 + \frac{13}{2} \right)) (30) \right]}{400} \left[ \left( \frac{850 \times 700}{(700 - 80)^2} \right) - 1 \right]$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = 0,0603 \text{ mm/mm}^2$$

$$A_{sh} = 0,09 \frac{sbc fc'}{fyt}$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = 0,09 \frac{bc fc'}{fyt}$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = 0,09 \frac{\left[ (850 - 2 \left( 40 + \frac{13}{2} \right)) (30) \right]}{400}$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = 5,1098 \text{ mm/mm}^2$$

Maka  $A_{sh}/s$  yang digunakan adalah  $5,1098 \text{ mm}^2/\text{mm}$

Bila dipakai spasi :  $s = 100 \text{ mm}$ , maka luas penampang sengkang diperlukan :

$$A_{sh} = 5,1098 \frac{\text{mm}}{\text{mm}^2} \times 100 \text{ mm} = 510,975 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan :

$$Av \text{ pasang} = \left(\frac{1}{4}\pi d^2\right) n \text{ kaki} \times s$$

$$Av \text{ pasang} = \left(\frac{1}{4}\pi (13 \text{ mm})^2\right) 4 \times 100$$

$$Av \text{ pasang} = 530,929 \text{ mm}^2$$

Maka dipasang tulangan geser  $\emptyset 13$ -100 mm dengan sengkang 4kaki di daerah sepanjang  $l_o$ .

### KONTROL JARAK SPASI TULANGAN GESER

- Diperlukan spasi tulangan geser disepanjang  $l_o$  dari ujung-ujung kolom,  $l_o$  dipilih yang terbesar antara :

1. Tinggi elemen kolom,  $h$ , di join = 700 mm
2.  $1/6$  tinggi bersih kolom =  $3000/6$  = 500 mm
3. 450 mm.

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.1*

Dengan demikian, diambil nilai  $l_o$  adalah 700 mm.

Dengan persyaratan SRPMK untuk kekuatan geser kolom :

1.  $s \text{ pakai} \leq \frac{h}{4}$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.3 (a)*

$$s \text{ pakai} \leq \frac{700 \text{ mm}}{4}$$

$$100 \text{ mm} \leq 175 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

2.  $s \text{ pakai} \leq 6D_{\text{lentur}}$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.3 (b)*

$$s \text{ pakai} \leq 6(22 \text{ mm})$$

$$100 \text{ mm} \leq 132 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

3.  $s \text{ pakai} \leq s_o$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.3 (c)*

$$s_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$$

$$s_o = 100 + \frac{350 - 2/3 \left[ (850 - 2 \left( 40 + \frac{13}{2} \right)) \right]}{3}$$

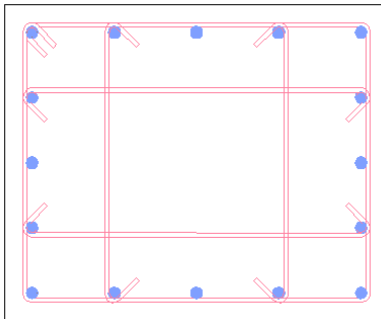
$$s_o = 48 \text{ mm}$$

*Namun  $s_o$  tidak boleh melebihi 150 mm, dan tidak perlu lebih kecil dari 100 mm.*

*Kontrol syarat penulangan geser memenuhi, sehingga dipasang  $\emptyset 13$ -100 mm dengan sengkang 2 kaki.*

Gambar Sketsa :

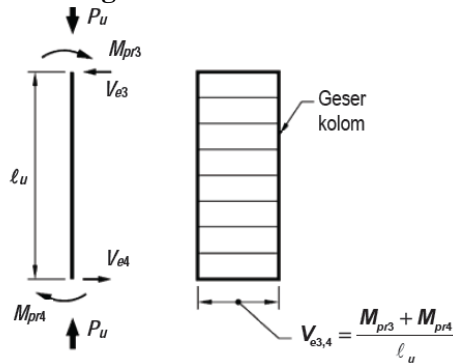
TUMPUAN



Gambar 4. 44 Hasil Penulangan Kolom K1 85/70 Tumpuan



### Perhitungan Penulangan Geser



Gambar 4. 45 Perencanaan Geser untuk Kolom SRMPK

$$V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{l_u}$$

$$V_u = \frac{M_{pr} + M_{pr}}{l_u}$$

$$V_u = \frac{633578392,1 \text{ Nmm} + 337513131,5 \text{ Nmm}}{3000 \text{ mm}}$$

$$V_u = 323697,175 \text{ N}$$

#### Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

$$\sqrt{f_c'} < 8,3 \text{ Mpa}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 11.1.2*

$$\sqrt{30 \text{ MPa}} < 8,3 \text{ Mpa}$$

$$5,477 \text{ MPa} < 8,3 \text{ Mpa} \text{ (memenuhi)}$$

#### Kuat geser beton

Tulangan geser yang dipasang khusus di sepanjang daerah lo untuk menahan gaya geser  $V_e$ , harus dilakukan dengan mengangap ( $V_c$ ) = 0, bila :

1.  $V_e > \frac{1}{2} V_u$   
 $323697,175 \text{ N} > 135176,9 \text{ N}$  (**memenuhi**)
2.  $P_u < \frac{A_g f_c'}{20}$   
 $7600827,0 \text{ N} > 1785000 \text{ N}$  (**tidak memenuhi**)

Maka :

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \lambda \sqrt{f_c'} b_w d$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2*

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{7600827,0 \text{ N}}{14(850 \text{ mm})(700 \text{ mm})} \right) (1,0) \sqrt{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} (850 \text{ mm})(636 \text{ mm})$$

$$V_c = 962673,263 \text{ N}$$

Kuat geser tulangan geser

$$V_{smin} = 0,33 b_w d$$

$$V_{smin} = 0,33(850 \text{ mm})(636 \text{ mm})$$

$$V_{smin} = 178398 \text{ N}$$

$$V_{smax} = 0,33 \sqrt{f_c'} b_w d$$

$$V_{smax} = 0,33 \sqrt{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} (850 \text{ mm})(636 \text{ mm})$$

$$V_{smax} = 488563,044 \text{ N}$$

$$2V_{smax} = 0,66 \sqrt{f_c'} b_w d$$

$$2V_{smax} = 0,66 \sqrt{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} (850 \text{ mm})(636 \text{ mm})$$

$$2V_{smax} = 977126,088 \text{ N}$$

Cek kondisi :

Kondisi 1

$$Vu \leq 0,5\phi Vc \quad \rightarrow \text{tidak perlu tulangan geser}$$

$$323697,2 \text{ N} < 361002,5 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Kondisi 2

$$0,5\phi Vc \leq Vu \leq \phi Vc \quad \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$361002,5 \text{ N} < 323697,2 \text{ N} < 722004,9 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Kondisi 3

$$\phi Vc \leq Vu \leq \phi(Vc + Vsmin) \quad \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$722004,9 \text{ N} < 323697,2 \text{ N} < 855803,4 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Kondisi 4

$$\phi(Vc + Vsmin) \leq Vu \leq \phi(Vc + Vsmax) \quad \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$855803,4 \text{ N} < 323697,2 \text{ N} < 1454849,5 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Kondisi 5

$$\phi(Vc + Vsmax) \leq Vu \leq \phi(Vc + 2Vsmax) \quad \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$1454849,5 \text{ N} < 323697,2 \text{ N} < 2187694,1 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 1.

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø13 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$Av \text{ perlu} = \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right) n \text{ kaki}$$

$$Av \text{ perlu} = \left( \frac{1}{4} \pi (13 \text{ mm})^2 \right) 2$$

$$Av \text{ perlu} = 265,465 \text{ mm}^2$$

Bila dipakai spasi :  $s = 100 \text{ mm}$ , maka luas penampang sengkang minimum diperlukan :

$$Av_{min} = 0,062 \sqrt{f_c'} \frac{b_w s}{f_{yt}}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 11.4.6.3*

$$Av_{min} = 0,062 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}} \frac{(300 \text{ mm})(100 \text{ mm})}{240 \frac{N}{mm^2}}$$

$$Av_{min} = 120,271 \text{ mm}^2$$

Maka dipasang tulangan geser  $\emptyset 13\text{-}100 \text{ mm}$  dengan sengkang 2kaki di luar daerah panjang  $l_o$ .

### KONTROL JARAK SPASI TULANGAN GESER

- Diperlukan spasi tulangan geser disepanjang sisa tinggi kolom bersih (tinggi kolom total dikurangi  $l_o$  di masing-masing ujung kolom)

Dengan persyaratan SRPMK untuk kekuatan geser kolom :

1.  $s \text{ pakai} \leq 6D_{lentur}$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.5*

$$s \text{ pakai} \leq 6(22 \text{ mm})$$

$$100 \text{ mm} \leq 132 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

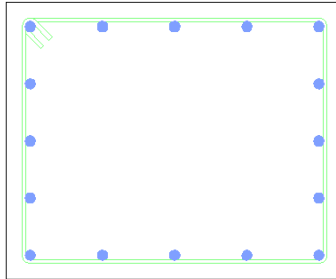
2.  $s \text{ pakai} \leq 150$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.5*

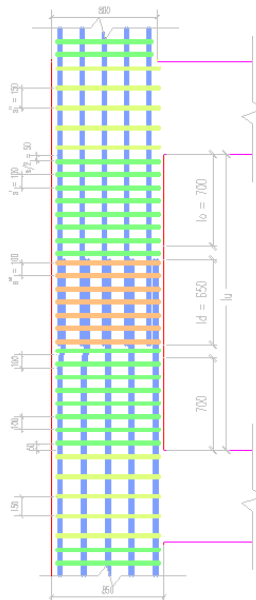
$$100 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

Kontrol syarat penulangan geser memenuhi, sehingga dipasang  $\emptyset 13\text{-}100 \text{ mm}$  dengan sengkang 2 kaki.

Gambar Sketsa :  
LAPANGAN



Gambar 4. 46 Hasil Penulangan Kolom K1 85/70 Lapangan



Gambar 4. 47 Detail Spasi Tulangan Geser K1 85/70 As 3 / D

### **Perhitungan panjang penyaluran tulangan kolom**

#### Sambungan lewatan tulangan vertikal kolom

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 12.16.1, panjang lewatan minimum untuk sambungan lewatan tekan adalah  $0,071f_y d_b$  untuk  $f_y$  sebesar 420 MPa atau kurang, tetapi tidak kurang dari 300 mm.

$$0,071f_y d_b \geq 300 \text{ mm}$$

$$0,071 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right) 22 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$$

$$650 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$$

⇒ Maka panjang sambungan lewatan tulangan vertikal kolom 650 mm.

#### Penyaluran tulangan dalam kondisi tekan

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24fy}{\lambda \sqrt{fc'}} \right) d_b$$

SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.2

$$l_{dc} = (0,043fy)d_b$$

SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.2

$$l_{dc1} = \left( \frac{0,24fy}{\lambda \sqrt{fc'}} \right) d_b$$

$$l_{dc1} = \left( \frac{0,24 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right)}{(1,0) \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}} \right) 22 \text{ mm}$$

$$l_{dc1} = 385,5967 \text{ mm}$$

$$l_{dc2} = (0,043fy)d_b$$

$$l_{dc2} = \left( 0,043 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right) \right) 22 \text{ mm}$$

$$l_{dc2} = 378,4 \text{ mm}$$

Dipilih yang terbesar, sehingga  $l_{dc} = 385,5967 \text{ mm}$

Reduksi panjang penyaluran (tulangan lebih)

$$l_{dc} = \left( \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \right) l_{dc}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.3*

$$l_{dc} = \left( \frac{5950 \text{ mm}^2}{6082,12 \text{ mm}^2} \right) 385,5967 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 377,22 \text{ mm} \approx 400 \text{ mm}$$

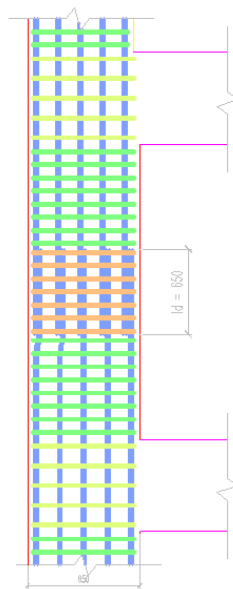
Cek syarat :

$$l_{dc} \geq 300 \text{ mm}$$

$$400 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

⇒ Maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan 400 mm.

Gambar Sketsa :



Gambar 4. 48 Detail Sambungan Lewatan K1 85/70 As 3 / D

### Perhitungan Penulangan Kolom Lingkaran

Perhitungan tulangan kolom ( $\varnothing 50$ ) ditinjau berdasarkan aksial terbesar, momen terbesar. Untuk kolom ( $\varnothing 50$ ) pada As 8 – D, berikut data-data perencanaan kolom, gambar denah kolom, hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000, ketentuan perhitungan penulangan kolom dengan metode SRPMK, perhitungan serta hasil akhir gambar penulangan kolom adalah sebagai berikut :

Data-data perencanaan tulangan balok :

Tipe kolom	: K6
As kolom	: As 8 – D
Tinggi kolom	: 2950 mm
Kuat tekan beton ( $f_c'$ )	: 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ )	: 400 MPa
Kuat leleh tulangan geser ( $f_{yv}$ )	: 240 MPa
Kuat leleh tulangan puntir ( $f_{yt}$ )	: 400 MPa
Diameter tulangan lentur ( $\varnothing$ lentur)	: 16
Diameter tulangan geser ( $\varnothing$ geser)	: 8
Tebal selimut beton (t decking)	: 40 mm

*SNI 03-2847-2013 pasal 7.7.1*

Faktor $\beta_1$	: 0,838
------------------	---------

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.2.7.3*

Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\phi$ )	: 0,65
---	--------

*SNI 03-2847-2013 pasal 9.3.2.2 (b)*

Faktor reduksi kekuatan geser ( $\phi$ )	: 0,75
--	--------

*SNI 03-2847-2013 pasal 9.3.2.3*

### Hasil output dan diagram gaya dalam dari SAP 2000

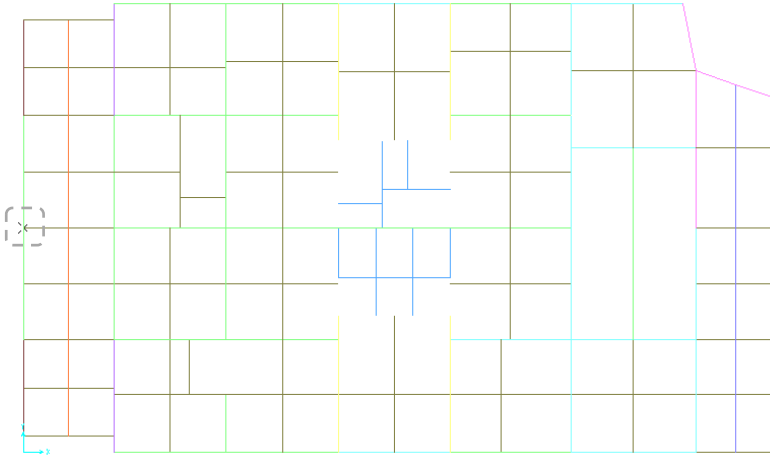
Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu SAP 2000, didapatkan hasil output dan diagram gaya dalam sehingga digunakan dalam proses perhitungan penulangan kolom.

Adapun dalam pengambilan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 yaitu gaya yang ditinjau harus ditentukan dan digunakan akibat dari beberapa macam kombinasi

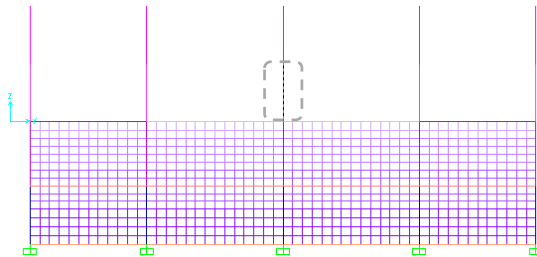


pembebanan. Kombinasi pembebanan yang digunakan terdiri dari kombinasi beban gravitasi dan kombinasi beban gempa.

### Denah posisi kolom yang ditinjau



Gambar 4. 49 Denah Posisi Kolom K6 (Ø50) pada As 8 – D



Gambar 4. 50 Posisi Kolom K6 (Ø50) pada As 8 – D

**HASIL OUTPUT SAP**  
**Hasil Output Diagram Axial**  
Kombinasi 1,2D



Gaya Aksial : 14061,81 kg

Kombinasi 1,2D + 1,6L



Gaya Aksial : 20225,80 kg

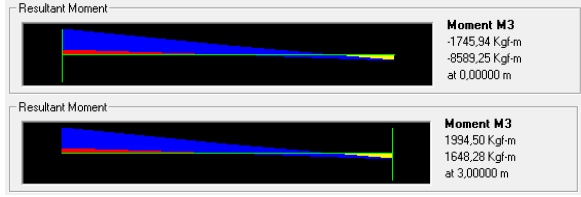
**Hasil Output Diagram Lentur**

Momen pada penampang kolom ditinjau dari dua arah, yaitu momen arah X dan arah Y.

Untuk momen arah X

❖ Momen akibat pengaruh gempa

Kombinasi 1,3214D + 1,3Ex + 1L

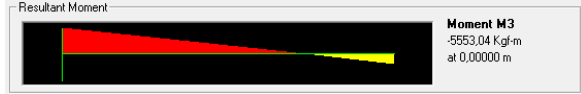


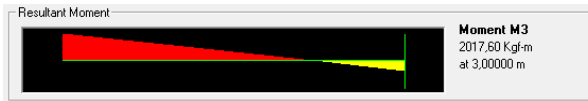
$$M_{1s} = 8589,25 \text{ kgm}$$

$$M_{2s} = 1994,50 \text{ kgm}$$

❖ Momen akibat pengaruh beban gravitasi

Kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5Lr





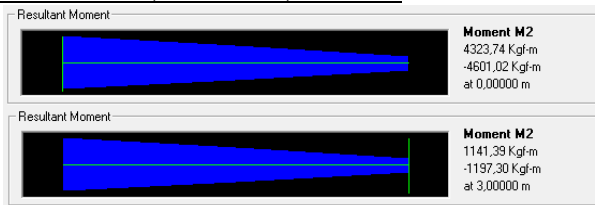
$$M_{1ns} = 5553,04 \text{ kgm}$$

$$M_{2ns} = 2017,60 \text{ kgm}$$

### Untuk momen arah Y

❖ Momen akibat pengaruh gempa

### Kombinasi 1,3214D + 1,3Ex + 1L



$$M_{1s} = 4601,02 \text{ kgm}$$

$$M_{2s} = 1197,30 \text{ kgm}$$

❖ Momen akibat pengaruh beban gravitasi

### Kombinasi 1,2D + 1,6L + 0,5Lr



$$M_{1ns} = 167,12 \text{ kgm}$$

$$M_{2ns} = 32,67 \text{ kgm}$$

### Persyaratan Gaya dan Geometri SRPMK

- ✓  $P_u > 0,1A_g f'_c$   
 $210294,4 \text{ N} > 0,1 \left( \frac{1}{4} \pi (500 \text{ mm})^2 \right) (30 \text{ N/mm}^2)$   
 $210294,4 \text{ N} < 589048,623$  (**tidak memenuhi**)  
*Kontrol menggunakan pasal 21.13.13.1*

- ✓  $c_1 \geq 300$   
500 mm > 300 mm (memenuhi)
- ✓  $c_2 \geq 300$   
500 mm > 300 mm (memenuhi)
- ✓  $c_1/c_2 \geq 0,4$   
500 mm / 500 mm > 0,4  
1 > 0,4 (memenuhi)

#### Kelangsingan kolom :

Kontrol kelangsingan kolom

$$\beta_{dns} = \frac{1,2 PDL}{1,2 PDL + 1,6 PLL} < 1,0$$

SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.2

$$\beta_{dns} = \frac{14061,81 \text{ kg}}{20225,80 \text{ kg}} < 1,0$$

$$\beta_{dns} = 0,6952 < 1,0$$

#### Panjang tekuk kolom

$$\psi = \frac{\sum \left( \frac{EI}{L} \right)_{kolom}}{\sum \left( \frac{EI}{L} \right)_{balok}}$$

SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.7.2

#### ○ KEKAKUAN KOLOM ATAS

- Kekakuan Kolom (Ø50)

$$EI_k = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.1

$$I_g = 0,7 \frac{1}{4} \pi \left( \frac{D}{2} \right)^2$$

$$I_g = 0,7 \frac{1}{4} \pi \left( \frac{500}{2} \right)^2$$

$$I_g = 2147573103 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}$$

$$E_c = 25742,9602 \text{ Nmm}$$

$$EI_k = \frac{0,4(25742,9602 \text{ Nmm})(2147573103 \text{ mm}^4)}{1 + 0,6952}$$

$$EI_k = 130047249767457 \text{ Nmm}^2$$

- Kekakuan Balok (30/60)

$$EI_b = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.1*

$$I_g = 0,35 \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_g = 0,35 \frac{1}{12} (300 \text{ mm})(600 \text{ mm})^3$$

$$I_g = 1890000000 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}$$

$$E_c = 25742,9602 \text{ Nmm}$$

$$EI_b = \frac{0,4(25742,9602 \text{ Nmm})(1890000000 \text{ mm}^4)}{1 + 0,6952}$$

$$EI_b = 114801820581338 \text{ Nmm}^2$$

- Kekakuan Balok (25/50)

$$EI_b = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.1*

$$I_g = 0,35 \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_g = 0,35 \frac{1}{12} (250 \text{ mm}) (500 \text{ mm})^3$$

$$I_g = 911458333 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{30 \frac{N}{\text{mm}^2}}$$

$$E_c = 25742,9602 \text{ Nmm}$$

$$EI_b = \frac{0,4(25742,9602 \text{ Nmm})(911458333 \text{ mm}^4)}{1 + 0,6952}$$

$$EI_b = 55363532301957 \text{ Nmm}^2$$

○ KEKAKUAN KOLOM BAWAH

- Kekakuan Kolom (Ø50)

$$EI_k = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.6.1*

$$I_g = 0,7 \frac{1}{4} \pi \left( \frac{D}{2} \right)^2$$

$$I_g = 0,7 \frac{1}{4} \pi \left( \frac{500}{2} \right)^2$$

$$I_g = 2147573103 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}$$

$$E_c = 25742,9602 \text{ Nmm}$$

$$EI_k = \frac{0,4(25742,9602 \text{ Nmm})(2147573103 \text{ mm}^4)}{1 + 0,6952}$$

$$EI_k = 130047249767457 \text{ Nmm}^2$$

Kekakuan kolom atas

$$\psi_A = \frac{\left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{kolom yang ditinjau}} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{kolom di atasnya}}}{\left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{balok}}}$$

$$\psi_A = \frac{\frac{130047249767457}{2950} + \frac{130047249767457}{3000}}{\frac{114801820581338}{7000} + \frac{114801820581338}{7000} + \frac{55363532301957}{5650}}$$

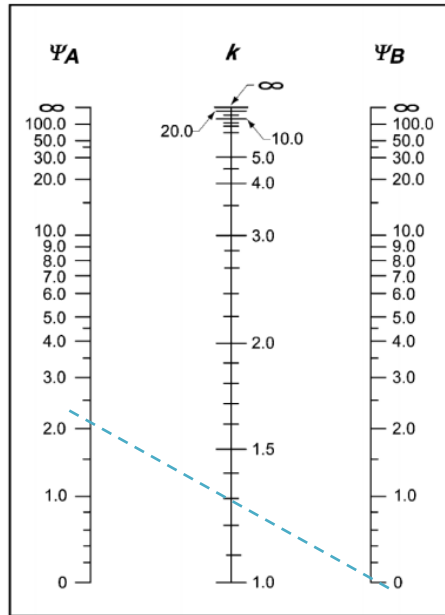
$$\psi_A = 2,0588$$

Kekakuan kolom bawah

$$\psi_B = \frac{\left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{kolom yang ditinjau}} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{kolom dibawahnya}}}{\left(\frac{EI}{L}\right)_{\text{balok}}}$$

$$\psi_B = \frac{\frac{130047249767457}{2950} + \frac{130047249767457}{3350}}{0}$$

$$\psi_B = 0$$



Gambar 4. 51 Faktor Panjang Efektif k

Dari grafik aligment didapatkan faktor panjang efektif,  $k = 1,3$

Kontrol kelangsingan kolom

$$r = 0,25 D$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.1.2*

$$r = 0,25 (500 \text{ mm})$$

$$r = 125 \text{ mm}$$

$$\frac{k L_u}{r} \leq 22$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.1(a)*

$$\frac{(1,3)(2950 \text{ mm})}{125 \text{ mm}} \leq 22$$

$$30,68 \leq 22 \text{ (maka kolom termasuk kolom tidak langsing)}$$



FAKTOR PEMBESARAN MOMEN ( $\delta_s$ )

$$P_c = \frac{\pi EI}{(K l_u)^2}$$

$$P_c = \frac{\pi (130047249767457 \text{ Nmm}^2)}{(1,3 (2950 \text{ mm}))^2}$$

$$P_c = 8753947,467 \text{ kg}$$

$$\Sigma P_c = n P_c = 1(8753947,467 \text{ kg}) = 8753947,467 \text{ kg}$$

$$\Sigma P_u = n P_u = 1(21029,44 \text{ kg}) = 21029,44 \text{ kg}$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma P_u}{0,75 \Sigma P_c}} \geq 1$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 10.10.7.4*

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{21029,44 \text{ kg}}{0,75(8753947,467 \text{ kg})}} \geq 1$$

$$\delta_s = 1,0032 \geq 1$$

*Maka didapat  $\delta_s = 1,0032$  dalam perhitungan pembesaran momen.*

PEMBESARAN MOMEN X :

Dari output SAP 2000 diperoleh :

$$M_{1ns} = 5553,04 \text{ kgm}$$

$$M_{2ns} = 2017,60 \text{ kgm}$$

$$M_{1s} = 8589,25 \text{ kgm}$$

$$M_{2s} = 1994,50 \text{ kgm}$$

$$M_1 = M_{1ns} + \delta_s M_{1s}$$

$$M_1 = 5553,04 \text{ kgm} + 1,0032(8589,25 \text{ kgm})$$

$$M_1 = 14169,89012 \text{ kgm}$$

$$M_1 = 141698901,2 \text{ Nmm}$$

$$M_2 = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

$$M_2 = 2017,60 \text{ kgm} + 1,0032(1994,50 \text{ kgm})$$

$$M_2 = 4018,508994 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 40185089,94 \text{ Nmm}$$

Diambil momen terbesar yaitu

$$M_1 = 141698901,2 \text{ Nmm}$$

#### PEMBESARAN MOMEN Y :

Dari output SAP 2000 diperoleh :

$$M_{1ns} = 167,12 \text{ kgm}$$

$$M_{2ns} = 32,67 \text{ kgm}$$

$$M_{1s} = 4601,02 \text{ kgm}$$

$$M_{2s} = 1197,30 \text{ kgm}$$

$$M_1 = M_{1ns} + \delta_s M_{1s}$$

$$M_1 = 167,12 \text{ kgm} + 1,0032(4601,02 \text{ kgm})$$

$$M_1 = 4782,924612 \text{ kgm}$$

$$M_1 = 47829246,12 \text{ Nmm}$$

$$M_2 = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

$$M_2 = 32,67 \text{ kgm} + 1,0032(1197,30 \text{ kgm})$$

$$M_2 = 1233,817324 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 12338173,24 \text{ Nmm}$$

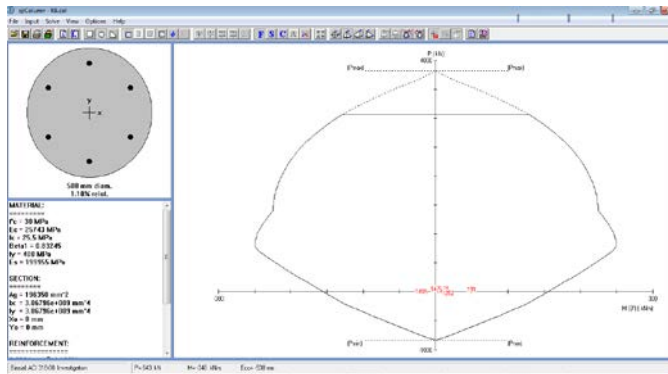
Diambil momen terbesar yaitu

$$M_1 = 47829246,12 \text{ Nmm}$$

Maka momen yang digunakan untuk menghitung kolom adalah  
141698901,2 Nmm

## Cek dengan program pcaColumn

Output terbesar yang didapat dari SAP dimasukkan dalam analisis pcaColumn, sehingga diperoleh grafik momen sebagai berikut :



Gambar 4. 52 Hasil Output pcaColumn K6

Jadi kolom dapat menahan gaya lentur dan aksial yang terjadi.

Maka didapat  $\rho_{perlu} = 1\%$

Luas tulangan lentur perlu

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{perlu} \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A_{s_{perlu}} = 0,001 \frac{1}{4} \pi (500)^2$$

$$A_{s_{perlu}} = 1963 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan lentur

$$\text{Luas tulangan D22} = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$\text{Luas tulangan D22} = \frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2$$

$$\text{Luas tulangan D22} = 380,133 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur pasang

$$n = \frac{A_{spertu}}{\text{luas tulangan 22}}$$

$$n = \frac{1963 \text{ mm}^2}{380,133 \text{ mm}^2}$$

$$n = 5,1639 \approx 6$$

Luasan tulangan lentur pasang

$$A_{spasang} = n \left( \frac{1}{4} \pi D^2 \right)$$

$$A_{spasang} = 6 \left( \frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2 \right)$$

$$A_{spasang} = 2280,796 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan 6 D22

Prosentase Tulangan Terpasang

$$\frac{A_{spasang}}{\frac{1}{4} \pi D^2} 100\% < 8\%$$

$$\left( \frac{2280,796 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \pi (500 \text{ mm})^2} \right) 100\% < 8\%$$

$$\left( \frac{2280,796 \text{ mm}^2}{196250 \text{ mm}^2} \right) 100\%$$

$$1,1622\% < 8\% \text{ (OK)}$$

### **KONTROL**

✓ Jarak Spasi Tulangan Pakai

Syarat :

$S_{maks} \geq S_{sejajar} = 40 \text{ mm} \rightarrow$  susun 1 lapis

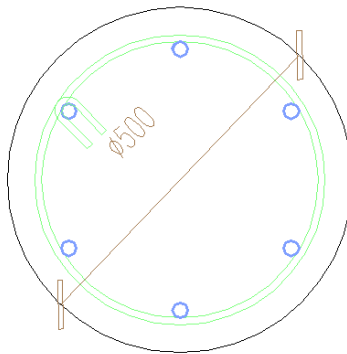
$S_{maks} \leq S_{sejajar} = 40 \text{ mm} \rightarrow$  perbesar penampang kolom

Jarak bersih antar tulangan

$$s_{maks} = 181,3 \text{ mm} > 40 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

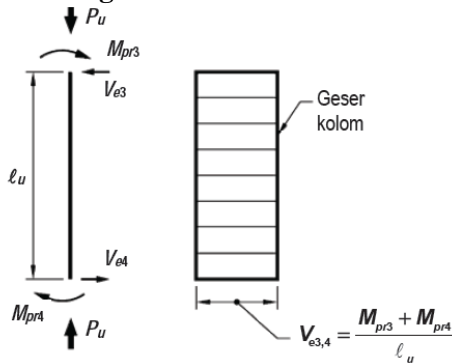
- ✓ Syarat SRPMK untuk kekuatan lentur pada kolom  
 $A_{st} > 0,01A_g < 0,06A_g$   
 $6082 \text{ mm}^2 > 5950 \text{ mm}^2 < 35700 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$

Gambar Sketsa :



Gambar 3. Hasil Penulangan Kolom K6 (Ø50)

### Perhitungan Penulangan Geser



Gambar 4. 53 Perencanaan Geser untuk Kolom SRMPK

$$V_u = \frac{M_{pr} + M_{pr}}{l_u}$$

$$V_u = \frac{251914447,5 \text{ Nmm} + 134074110,3 \text{ Nmm}}{2950 \text{ mm}}$$

$$V_u = 130843,579 \text{ N}$$

#### Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

$$\sqrt{f_c'} < 8,3 \text{ Mpa}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 11.1.2*

$$\sqrt{30 \text{ MPa}} < 8,3 \text{ Mpa}$$

$$5,477 \text{ MPa} < 8,3 \text{ Mpa} \text{ (memenuhi)}$$

#### Kuat geser beton

Tulangan geser yang dipasang khusus di sepanjang daerah lo untuk menahan gaya geser  $V_e$ , harus dilakukan dengan menganggap ( $V_c$ ) = 0, bila :

$$1. \quad V_e > \frac{1}{2} V_u$$

$$130843,579 \text{ N} > 35218,9 \text{ N}$$

**(memenuhi)**

$$2. \quad P_u < \frac{A_g f_c'}{20}$$

$$210294,4 \text{ N} < 589048,6 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Maka :

$$V_c = 0$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.6.5.2*

Kuat geser tulangan geser

$$V_s \min = 0,33 b_w d$$

$$V_s \min = 0,33 (500 \text{ mm}) (436 \text{ mm})$$

$$V_s \min = 71940 \text{ N}$$

$$V_s \max = 0,33 \sqrt{f_c'} b_w d$$

$$V_s \max = 0,33 \sqrt{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} (500 \text{ mm}) (436 \text{ mm})$$

$$V_s \max = 394031,608 \text{ N}$$

$$2V_s \max = 0,66 \sqrt{f_c'} b_w d$$

$$2V_s \max = 0,66 \sqrt{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} (500 \text{ mm}) (436 \text{ mm})$$

$$2V_s \max = 788063,216 \text{ N}$$

Cek kondisi :

Kondisi 1

$$Vu \leq 0,5 \phi V_c$$

$$35218,9 \text{ N} > 0 \text{ N}$$

→ tidak perlu tulangan geser  
**(tidak memenuhi)**

Kondisi 2

$$0,5 \phi V_c \leq Vu \leq \phi V_c$$

$$0 \text{ N} < 35218,9 \text{ N} > 0 \text{ N}$$

→ perlu tulangan geser  
**(tidak memenuhi)**

Kondisi 3

$$\phi V_c \leq V_u \leq \phi(V_c + V_{smin}) \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$0 \text{ N} < 35218,9 \text{ N} < 53955,0 \text{ N} \quad (\text{memenuhi})$$

Kondisi 4

$$\phi(V_c + V_{smin}) \leq V_u \leq \phi(V_c + V_{smax}) \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$53955,0 \text{ N} < 35218,9 \text{ N} < 295523,7 \text{ N} \quad (\text{memenuhi})$$

Kondisi 5

$$\phi(V_c + V_{smax}) \leq V_u \leq \phi(V_c + 2V_{smax}) \rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$295523,7 \text{ N} < 35218,9 \text{ N} < 591047,4 \text{ N} \quad (\text{memenuhi})$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 3.

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø13 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$A_v \text{ perlu} = \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right) n \text{ kaki}$$

$$A_v \text{ perlu} = \left( \frac{1}{4} \pi (10 \text{ mm})^2 \right) 2$$

$$A_v \text{ perlu} = 157,080 \text{ mm}^2$$

Bila dipakai spasi :  $s = 200 \text{ mm}$ , maka luas penampang sengkang minimum diperlukan :

$$A_{vmin} = 0,062 \sqrt{f_c'} \frac{b_w s}{f_{yt}}$$

SNI 03-2847-2013 Pasal 11.4.6.3

$$A_{vmin} = 0,062 \sqrt{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \frac{(300 \text{ mm})(200 \text{ mm})}{240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$A_{vmin} = 141,495 \text{ mm}^2$$



*Maka dipasang tulangan geser  $\emptyset 10$ -200 mm dengan sengkang 2kaki di sepanjang tinggi kolom bersih.*

### **KONTROL JARAK SPASI TULANGAN GESER**

Diperlukan spasi tulangan geser disepanjang tinggi kolom bersih  
Dengan persyaratan SRPMK untuk kekuatan geser kolom :

1.  $s_{pakai} \geq 1,3 a_{agregat}$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 3.3.2*

$$s_{pakai} \geq 1,3(40 \text{ mm})$$

$$200 \text{ mm} \geq 52 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

2.  $s_{pakai} \leq 250 \text{ mm}$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 7.10.4.3*

$$200 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

3.  $s_{pakai} \leq 750 \text{ mm}$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 7.10.4.3*

$$200 \text{ mm} \leq 750 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

Dengan persyaratan untuk kekuatan geser kolom yang tidak ditetapkan sebagai bagian sistem penahan gaya gempa :

1.  $s_{pakai} \leq \frac{d}{2}$

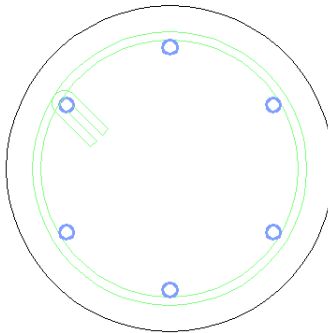
*SNI 03-2847-2013 Pasal 21.13.3.1*

$$s_{pakai} \leq \frac{436 \text{ mm}}{2}$$

$$200 \text{ mm} \leq 218 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

*Kontrol syarat penulangan geser memenuhi, sehingga dipasang  $\emptyset 10$ -200 mm dengan sengkang 2 kaki.*

Gambar Sketsa :



Gambar 4. 54 Hasil Penulangan Kolom K6 Ø50

### **Perhitungan panjang penyaluran tulangan kolom**

#### Sambungan lewatan tulangan vertikal kolom

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 12.16.1, panjang lewatan minimum untuk sambungan lewatan tekan adalah  $0,071f_y d_b$  untuk  $f_y$  sebesar 420 MPa atau kurang, tetapi tidak kurang dari 300 mm.

$$0,071f_y d_b \geq 300 \text{ mm}$$

$$0,071 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right) 22 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$$

$$650 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$$

⇒ Maka panjang sambungan lewatan tulangan vertikal kolom 650 mm.

#### Penyaluran tulangan dalam kondisi tekan

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24fy}{\lambda \sqrt{f'c}} \right) d_b$$

SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.2

$$l_{dc} = (0,043fy)d_b$$

SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.2

$$l_{dc1} = \left( \frac{0,24fy}{\lambda\sqrt{fc'}} \right) d_b$$

$$l_{dc1} = \left( \frac{0,24 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right)}{(1,0) \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}}} \right) 22 \text{ mm}$$

$$l_{dc1} = 385,5967 \text{ mm}$$

$$l_{dc2} = (0,043fy)d_b$$

$$l_{dc2} = \left( 0,043 \left( 400 \frac{N}{mm^2} \right) \right) 22 \text{ mm}$$

$$l_{dc2} = 378,4 \text{ mm}$$

Dipilih yang terbesar, sehingga  $l_{dc} = 385,5967 \text{ mm}$

Reduksi panjang penyaluran (tulangan lebih)

$$l_{dc} = \left( \frac{As_{perlu}}{As_{pasang}} \right) l_{dc}$$

*SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.3*

$$l_{dc} = \left( \frac{1963 \text{ mm}^2}{2280,796 \text{ mm}^2} \right) 385,5967 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 331,8694 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

Cek syarat :

$$l_{dc} \geq 300 \text{ mm}$$

$$400 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

⇒ Maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan 400 mm.

#### 4.4.3 Perhitungan Tulangan pada Hubungan Balok dan Kolom

Perhitungan dan detailing penulangan pada hubungan balok kolom (HBK) SRPMK merupakan tempat pertemuan komponen struktur balok dan kolom yang telah direncanakan.

##### Dimensi Join

Luas efektif hubungan balok-kolom, dinyatakan dalam  $A_j$ , adalah  
 $A_j = 850 \text{ mm} \times 700 \text{ mm} = 595000 \text{ mm}^2$

Panjang join yang diukur paralel terhadap tulangan lentur balok yang menyebabkan geser di join sedikitnya 20 kali  $d_b$  longitudinal terbesar.

Panjang join =  $20 \times 22 \text{ mm} = 440 \text{ mm}$  (OK)

##### Penulangan Geser untuk Confinement

Total luas penampang sengkang yang dibutuhkan setidaknya setengah tulangan confinement yang dibutuhkan di ujung-ujung kolom, yaitu :

$$0,5 A_{sh}/s = 0,5 (5,1098 \text{ mm}^2/\text{mm}) = 2,5549 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.7.3.2*

Spasi vertikal hoop diizinkan untuk diperbesar 150 mm dalam tinggi keseluruhan  $h$  komponen struktur rangka yang terpendek.

Bila dipakai spasi :  $s = 150 \text{ mm}$ , maka luas penampang sengkang diperlukan :

$$A_{sh} = 2,5549 \frac{\text{mm}}{\text{mm}^2} \times 150 \text{ mm} = 383,23 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan :

$$A_v \text{ pasang} = \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right) n \text{ kaki} \times s$$

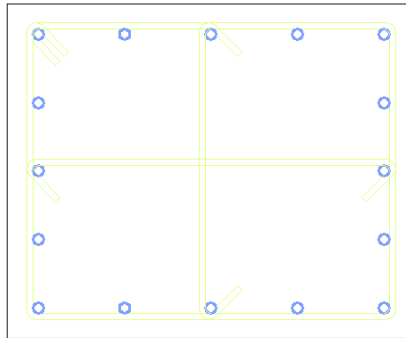
$$A_v \text{ pasang} = \left( \frac{1}{4} \pi (13 \text{ mm})^2 \right) 3 \times 150$$

$$A_v \text{ pasang} = 398,197 \text{ mm}^2$$

Maka dipasang tulangan geser  $\varnothing 13-100$  mm dengan sengkang 3kaki di daerah hubungan balok dan kolom.

Gambar Sketsa :

HBK



Gambar 4. 55 Hasil Penulangan Kolom K1 85/70 Tumpuan

#### Persyaratan Dimensi Join HBK pada SRPMK

- ✓  $h \text{ kolom} > 20d_b$   
 $700 \text{ mm} > 20 (22 \text{ mm})$   
 $700 \text{ mm} > 440 \text{ mm}$  (**memenuhi**)

SNI 03-2847-2013 pasal 21.7.2.3

#### **Penulangan Geser di Join**

Tinjau *free-body* diagram sebagai berikut :

Pada join, kekakuan kolom atas dan kekakuan kolom bawah sama, sehingga  $DF = 0,5$  untuk setiap kolom. Sehingga:

$$M_e = 0,5 \times (633578392,054 + 337513131,476) \text{ Nmm} = 485545761,765 \text{ Nmm}$$

Geser pada kolom atas :

$$V_{\text{sway}} = \frac{M_e + M_e}{l_u} = \frac{(485545761,765 + 485545761,765)}{3000 \text{ mm}} = 323697,175 \text{ N}$$

Dibagian lapis atas balok, baja tulangan yang dipakai adalah 8 D22,  $A_s = 3041,06 \text{ mm}^2$ .

Gaya **tarik** yang bekerja pada baja tulangan balok di bagian **kiri** adalah

$$\begin{aligned} T_1 &= 1,25 A_s f_y \\ &= 1,25 \cdot 3041,06 \text{ mm}^2 \cdot 400 \text{ N/mm}^2 \\ &= 1520530 \text{ N} = 1520,530 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya **tekan** yang bekerja pada balok ke arah **kiri** adalah

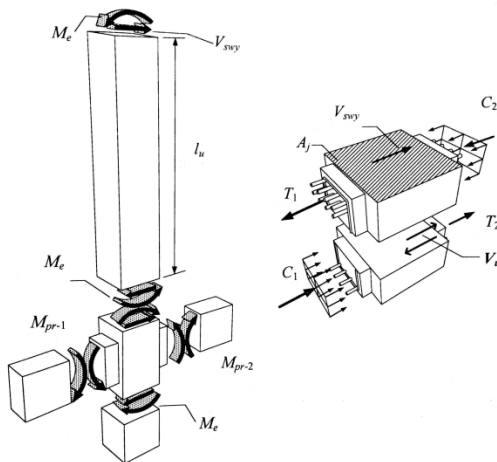
$$C_1 = T_1 = 1520,530 \text{ kN}$$

Gaya **tarik** yang bekerja pada baja tulangan balok di bagian **kanan** adalah

$$\begin{aligned} T_2 &= 1,25 A_s f_y \\ &= 1,25 \cdot 3041,06 \text{ mm}^2 \cdot 400 \text{ N/mm}^2 \\ &= 1520530 \text{ N} = 1520,530 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya **tekan** yang bekerja pada balok ke arah **kanan** adalah

$$C_2 = T_2 = 1520,530 \text{ kN}$$



Gambar 4. 56 *Free-body Diagram Joint*

$$\begin{aligned}
 V_u = V_j &= V_{sway} - C \\
 &= 323,697 \text{ kN} - 1520,530 \text{ kN} - 1520,530 \text{ kN} \\
 &= 2717,363 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kuat geser nominal join yang dikekang di keempat sisinya adalah:

$$\begin{aligned}
 V_n &= 1,7 \sqrt{f_c'} A_j \\
 V_n &= 1,7 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}} (850 \text{ mm})(700 \text{ mm})
 \end{aligned}$$

$$V_n = 1,7 \sqrt{30 \frac{N}{mm^2}} (360000 \text{ mm}^2)$$

$$V_n = 5540213,669 \text{ N} = 5540,2137 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 \phi V_n &= 0,75(5540,2137 \text{ kN}) = 4155,160 \text{ kN} > 2717,363 \text{ kN} \\
 &\quad \text{(OK, kuat geser join memadai)}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.4 Perhitungan Tulangan *Shearwall*

Perhitungan dinding direncanakan untuk menahan geser bidang dan momen lentur akibat gempa.

Data-data perencanaan tulangan *shearwall* :

Tipe <i>shearwall</i>	: SW1
Tinggi <i>shearwall</i>	: 58700 mm
Kuat tekan beton ( $f_c'$ )	: 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ )	: 400 MPa
Kuat leleh tulangan geser ( $f_{yv}$ )	: 240 MPa
Kuat leleh tulangan puntir ( $f_{yt}$ )	: 400 MPa
Diameter tulangan lentur ( $\emptyset$ lentur)	: 22
Diameter tulangan geser ( $\emptyset$ geser)	: 13
Tebal selimut beton (t decking)	: 40 mm
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 7.7.1</i>
Faktor $\beta_1$	: 0,838
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 10.2.7.3</i>
Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\phi$ )	: 0,65
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 9.3.2.2 (b)</i>
Faktor reduksi kekuatan geser ( $\phi$ )	: 0,75
	<i>SNI 03-2847-2013 pasal 9.3.2.3</i>

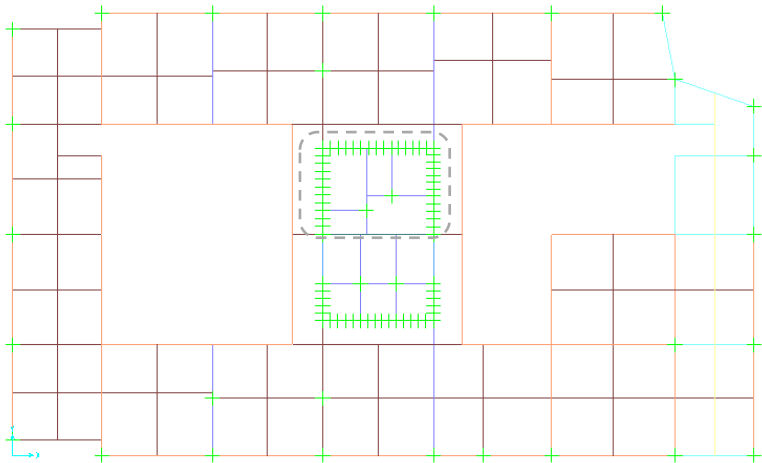
#### Hasil output dan diagram gaya dalam dari SAP 2000

Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu SAP 2000, didapatkan hasil output dan diagram gaya dalam sehingga digunakan dalam proses perhitungan penulangan *shearwall*.

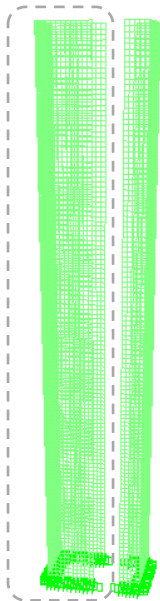
Adapun dalam pengambilan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 yaitu gaya yang ditinjau harus ditentukan dan digunakan akibat dari beberapa macam kombinasi pembebanan. Kombinasi pembebanan yang digunakan terdiri dari kombinasi beban gravitasi dan kombinasi beban gempa.



**Denah posisi *shearwall* yang ditinjau**



Gambar 4. 57 Denah Posisi *Shearwall* SW1



Gambar 4. 58 Posisi *Shearwall* SW1

### Perhitungan Tulangan Vertikal dan Horizontal Minimum

Baja tulangan vertikal dan horizontal masing-masing dipasang dua lapis apabila gaya geser bidang terfaktor yang bekerja pada dinding melebihi :

$$0,17 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.9.2.2*

$$V_u > 0,17 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'}$$

$$V_u > 0,17 [(2 \times 5475 \text{ mm} \times 350 \text{ mm}) + (7000 \text{ mm} \times 350 \text{ mm})] 1 \sqrt{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$1053,784 \text{ kN} < 5849,8138 \text{ kN}$$

*Maka boleh dipasang satu lapis tulangan. Digunakan dua lapis tulangan.*

Untuk dinding struktural, rasio tulangan longitudinal  $\rho_l$  dan rasio tulangan transversal  $\rho_t$  minimum adalah 0,0025, dan spasi maksimum arah tulangan adalah 450 mm. Kecuali jika  $V_u \leq 0,083 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'}$ ,  $\rho_l$ ,  $\rho_t$  dapat direduksi sesuai dengan ketentuan dalam pasal 14.3.

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.9.2.1*

$$V_u \leq 0,083 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'}$$

$$V_u \leq 0,083 [(2 \times 5475 \text{ mm} \times 350 \text{ mm}) + (7000 \text{ mm} \times 350 \text{ mm})] 1 \sqrt{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$1053,784 \text{ kN} < 2856,0856 \text{ kN}$$

*Maka digunakan  $\rho_l = 0,0025$ ,  $\rho_t = 0,0012$*

Luas penampang longitudinal dan transversal dinding geser per meter panjang :

$$0,35 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 0,35 \text{ m}^2$$

Luas minimal kebutuhan tulangan per meter panjang arah longitudinal:

$$0,35 \text{ m}^2 \times 0,0025 = 0,000875 \text{ m}^2 = 875 \text{ mm}^2$$

Bila digunakan tulangan D22 untuk arah longitudinal, maka :

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{1}{4} \pi (22 \text{ mm})^2$$

$$A_{s\text{pakai}} = 379,94 \text{ mm}^2$$

Karena digunakan dua lapis tulangan, jumlah pasangan tulangan yang diperlukan per meter panjang adalah :

$$n = \frac{A_{s\text{pertu}}}{A_{s\text{pakai}}}$$

$$n = \frac{875 \text{ mm}^2}{379,94 \text{ mm}^2}$$

$$n = 2,303 \approx 2 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan puntir 2D 22

### KONTROL JARAK SPASI TULANGAN

$$s = \frac{1000}{2} = 500 \text{ mm}$$

Diperlukan spasi maksimum masing-masing arah tulangan :

$$s_{\text{pakai}} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.9.2.1*

$$200 \text{ mm} \leq 450 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

*Kontrol syarat spasi untuk arah longitudinal memenuhi, sehingga dipasang 2D 22 – 200 mm.*

Luas minimal kebutuhan tulangan per meter panjang arah transversal:

$$0,35 \text{ m}^2 \times 0,0012 = 0,000420 \text{ m}^2 = 420 \text{ mm}^2$$

Bila digunakan tulangan D16 untuk arah transversal, maka :

$$A_{s_{pakai}} = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_{s_{pakai}} = \frac{1}{4} \pi (16 \text{ mm})^2$$

$$A_{s_{pakai}} = 200,96 \text{ mm}^2$$

Karena digunakan dua lapis tulangan, jumlah pasangan tulangan yang diperlukan per meter panjang adalah :

$$n = \frac{A_{s_{perlu}}}{A_{s_{pakai}}}$$

$$n = \frac{420 \text{ mm}^2}{200,96 \text{ mm}^2}$$

$$n = 2,089 \approx 2 \text{ buah}$$

⇒ Dipasang tulangan puntir 2D 16

### KONTROL JARAK SPASI TULANGAN

$$s = \frac{1000}{2} = 500 \text{ mm}$$

Diperlukan spasi maksimum masing-masing arah tulangan :

$$s_{pakai} \leq 450 \text{ mm}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.9.2.1*

$$450 \text{ mm} \leq 450 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

*Kontrol syarat spasi untuk arah transversal memenuhi, sehingga dipasang 2D 16 – 450 mm.*

## Perhitungan Tulangan Geser

Kuat geser nominal dinding struktural dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_n = A_{cv} \alpha_c \lambda \sqrt{f_c'} + \rho_t f_y$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.9.4.1*

Dimana :

$$\begin{aligned} \alpha_c &= 0,25 \text{ untuk } h_w/I_w < 1,5 \\ &= 0,17 \text{ untuk } h_w/I_w \geq 2,0 \\ &= \text{variatif secara linier antara } 0,25 \text{ dan } 0,17 \text{ untuk nilai } h_w/I_w \text{ antara } 1,5 \text{ dan } 2,0 \end{aligned}$$

$$\frac{h_w}{I_w} = \frac{\text{tinggi total dinding}}{\text{panjang dinding}} = \frac{52,35 \text{ m}}{7 \text{ m}} = 7,479 > 2,0$$

Karena  $h_w/I_w \geq 2,0$ , maka  $\alpha_c = 0,17$

Pada dinding terdapat tulangan transversal dengan konfigurasi 2D16 – 450. Rasio tulangan transversal terpasang adalah :

$$\rho_t = \frac{2 \times 201,062 \text{ mm}^2}{s \times t} = \frac{402,124 \text{ mm}^2}{450 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}} = 0,00198 > \rho_{min}$$

$$0,00198 > 0,0012 \text{ (OK)}$$

Kuat geser nominal :

$$\begin{aligned} V_n &= A_{cv} \alpha_c \lambda \sqrt{f_c'} + \rho_t f_y \\ V_n &= [(2 \times 5475 \text{ mm} \times 350 \text{ mm}) + (7000 \text{ mm} \times 350 \text{ mm})](0,17 \times 1 \times \sqrt{30}) + (0,00198 \times 400) \\ V_n &= 5850,6059 \text{ N} \\ \phi V_n &= 0,75(5850,6059 \text{ kN}) = 4387,954 \text{ kN} > 1053,784 \text{ kN} \\ &\text{(OK, dinding cukup kuat menahan geser)} \end{aligned}$$

Kuat geser nominal maksimum :

$$V_n = 0,83 A_{cv} \sqrt{f'_c}$$

*SNI 03-2847-2013 pasal 21.9.4.4*

$$V_n = 0,83 [(2 \times 5475 \text{ mm} \times 350 \text{ mm}) + (7000 \text{ mm} \times 350 \text{ mm})] \sqrt{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$V_n = 28560855,83 \text{ N} = 28560,856 \text{ kN}$$

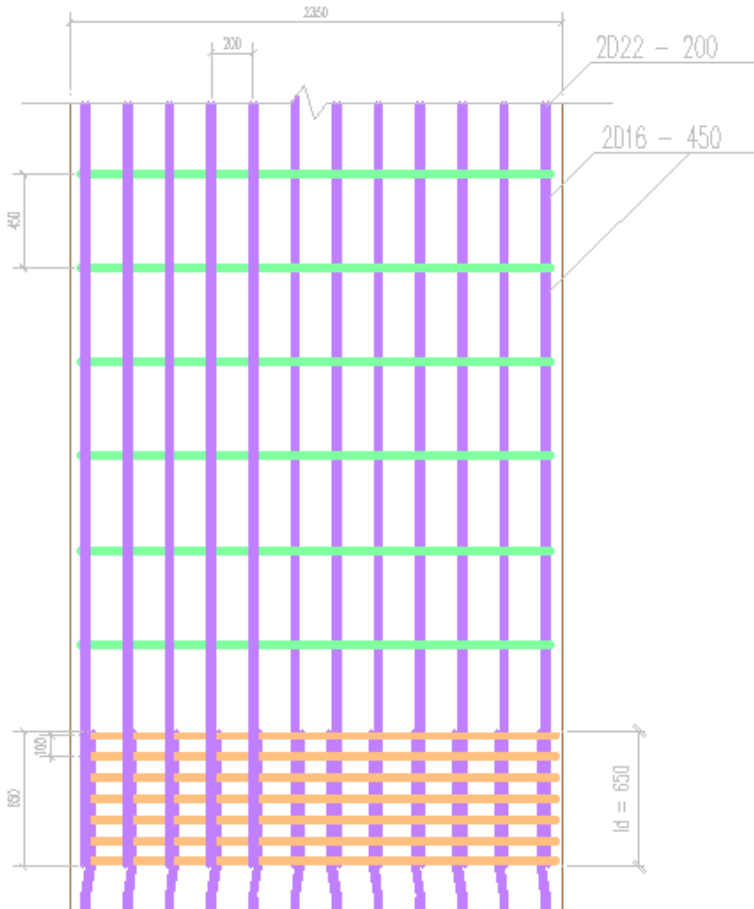
**(OK, ambil yang terkecil. Maka  $V_n = 4387,954 \text{ kN}$ )**

*Maka dipasang tulangan geser 2D 16 – 450 mm untuk tulangan transversal.*

*Gambar Sketsa :*



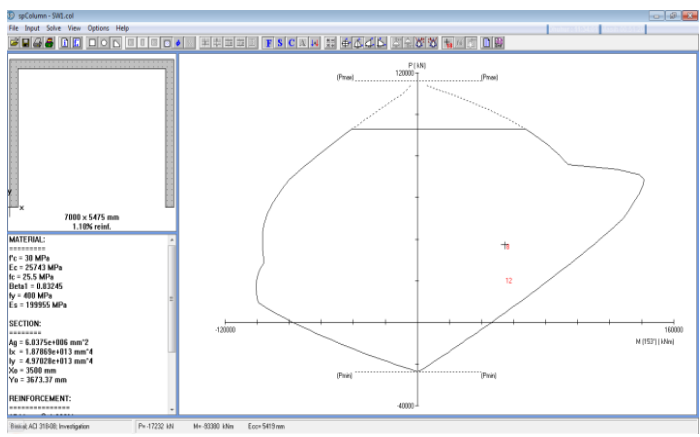
**Gambar 4. 59 Hasil Penulangan *Shearwall* SW1**



Gambar 4. 60 Detail Spasi Tulangan Geser dan Panjang Penyaluran *Shearwall* SW1

### Cek dengan program *pcaColumn*

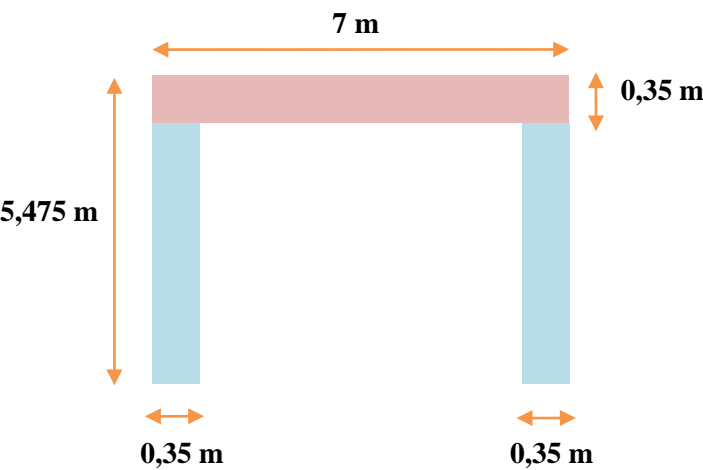
Output terbesar yang didapan dari SAP dimasukkan dalam analisis *pcaColumn*, sehingga diperoleh grafik momen sebagai berikut :



Gambar 4. 61 Hasil Output spColumn SW1

Jadi shearwall dapat menahan gaya lentur dan aksial yang terjadi.

**Perhitungan *Special Boundary Element* (Komponen Batas Khusus)**



Gambar 4. 62 Sketsa Struktur *Shearwall* SW1



$$\frac{P_u}{A_g} + \frac{M_{uy}}{I} > 0,2f'_c$$

$$\frac{23847,773 \text{ kN}}{51,75 \text{ m}^2} + \frac{43356,37 \text{ kNm}(0,0641 \text{ m})}{19,5776 \text{ m}^4} > 0,2 \left( 30000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right)$$

$$460.8265 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 3989.867 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > 6000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$4450,694 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} > 6000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$4,450 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

*Jadi, berdasarkan perhitungan tegangan tidak dibutuhkan komponen batas khusus pada dinding struktural.*

#### 4.5 Perhitungan Analisa Biaya Perbandingan Sistem Struktur

Pada perencanaan tugas akhir ini, analisa biaya dimulai dengan menghitung pekerjaan volume beton dan pembesian untuk item pekerjaan elemen balok, kolom dan *shearwall* Hotel Ammeerra Jakarta. Untuk analisa harga satuan direncanakan berdasarkan pedoman analisa harga satuan pekerjaan umum.

- ⇒ Hasil perhitungan volume beton dan pembesian dengan menggunakan sistem ganda dan sistem rangka pemikul momen khusus (*terlampir*)

Setelah mengetahui volume beton dan pembesian selanjutnya menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB). Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan pada volume tiap jenis pekerjaan dikalikan dengan harga satuan tiap pekerjaan.

- ⇒ Hasil perhitungan RAB dengan menggunakan sistem ganda dan sistem rangka pemikul momen khusus (*terlampir*)

#### 4.6 Output Gaya dalam Pondasi

Pada perencanaan tugas akhir ini, hanya mengeluarkan gaya dalam yang bekerja tidak sampai dengan perhitungan. Perencanaan yang dimaksudkan juga tidak memperhitungkan stabilitas konstruksi *secant pile* pada sekeliling *basement* Hotel Ammeerra Jakarta.

- ⇒ Hasil *output* gaya dalam pada pondasi dengan menggunakan sistem ganda dan sistem rangka pemikul momen khusus (*terlampir*)

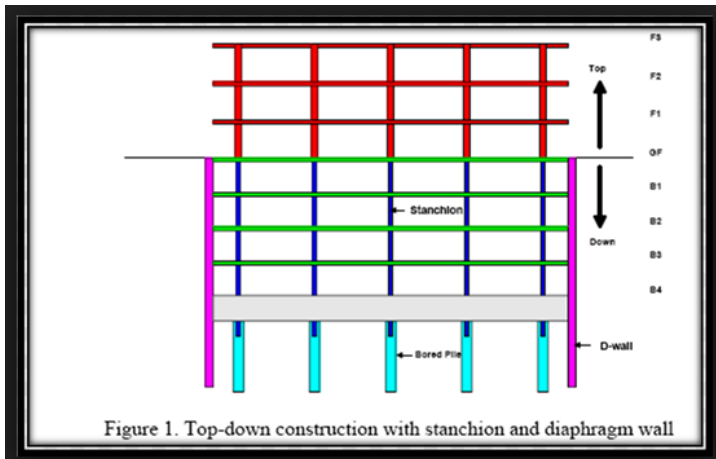
#### **4.7 Metode Pelaksanaan Konstruksi *Basement***

Metode struktur bawah merupakan metode yang memiliki pengaruh yang cukup besar dalam metode pekerjaan struktur secara keseluruhan. metode struktu bawah akan menentukan ketepatan schedule pelaksanaan struktur. Hal tersebut disebabkan oleh tingkat kesulitan yang tinngi dalam pelaksanaannya.

*Basement* adalah sebuah tingkat atau beberapa tingkat dari bangunan yang keseluruhan atau sebagian terletak di bawah tanah. Jadi dapat dikatakan basemen adalah ruang bawah tanah yang merupakan bagian dari banunan gedung.

Adanya *basement* tentunya akan ada penggalian tanah. Bagian ini yang biasa terjadi dan merupakan langkah awal berdirinya sebuah gedung tinggi. Kendala yang dihadapi pada pekerjaan galian *basement* adalah faktor runtuhnya dinding tanah vertikal dan munculnya air tanah ke permukaan galian. Sehingga dalam pelaksanaan konstruksi *basement*, ada tiga hal penting yang perlu diperhatikan, yakni metode konstruksi, retaining wall dan dewatering.

Dalam tigas akhir ini peninjauan dilakukan pada pelaksanaan *basement* proyek pembangunan gedung Hotel Ammeerra Jakarta yang direncanakan konstruksi *basement* 3 lantai hingga kedalaman 9,35 m dibawah muka tanah yang digunakan sebagai lahan parkir. Metode pelaksanaan yang direncanakan pada pengerjaan kontruksi *basement* hotel Ammeerra Jakarta adalah menggunakan metode *Top Down*.



Gambar 4. 63 Metode Kontruksi *Basement*

Pada metode ini, pelaksanaan struktur *basement* dilakukan dari *basement* yang teratas dan dilanjutkan lapis demi lapis sampai kedalaman *basement* yang diinginkan yang bersamaan dengan pekerjaan galian *basement*. Urutan penyelesaian balok dan pelat lantai dimulai dari atas ke bawah dan selama proses pelaksanaan, struktur pelat dan balok tersebut didukung oleh tiang baja yang disebut *king post*. *King post* adalah bagian dari tiang pondasi pada posisi kolom *basement*, yang biasanya terbuat dari profil baja atau dapat juga menggunakan pipa baja. *King post* ini berfungsi untuk mendukung pelat lantai, balok dan kolom sementara, yang nantinya akan diperkuat agar berfungsi sebagai kolom permanen (Asiyanto, 2006).

Pada metode ini juga dibuat dinding penahan tanah yang dikerjakan sebelum ada pekerjaan galian tanah. Dinding penahan tanah yang biasa digunakan berupa dinding diafragma (*diaphragm wall*) yang berfungsi sebagai *cut off dewatering* juga sebagai dinding *basement*. Untuk penggalian *basement* sebagai dinding *basement*. Untuk penggalian *basement* digunakan alat

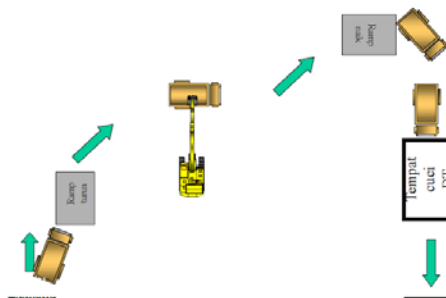
khusus, seperti *excavator* ukuran kecil. Bila struktur *basement* telah selesai, amak tiang *king post* dicor beton dijadikan sebagai kolom permanen (Asiyanto, 2006).

Secara garis besar kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada pelaksanaan konstruksi *basement* dengan metode *top down* adalah sebagai berikut :

1. Mobilisasi peralatan
2. Pelaksanaan dinding penahan tanah
3. Pekerjaan pondasi bored pile dan king post
4. Pekerjaan struktur dan galian

Berikut ini adalah gambaran pelaksanaan pekerjaan *basement* berdasarkan urutan pekerjaan yang mana harus dimulai dari lantai dasar *basement*.

1. Mobilisasi peralatan



Gambar 4. 64 Skema Mobilisasi Peralatan

2. Pelaksanaan dinding penahan tanah

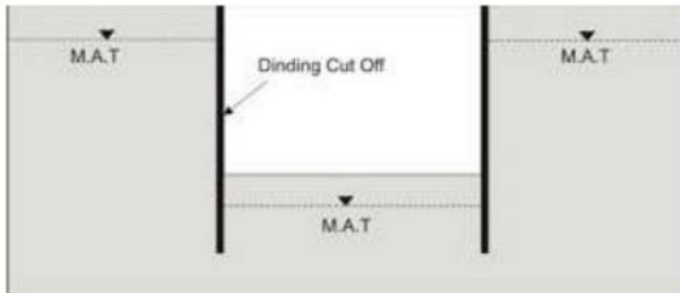
Data dinding penahan tanah :

Tebal (t) : 0,35 m

Kedalaman : - 9,35 m

Dinding penahan tanah yang digunakan berupa diaphragm wall yang berfungsi sebagai *cut off dewatering*. Pada metode ini, digunakan bila :

- Karakteristik tanah merupakan tanah lepas, berbutir seragam, cadas lunak dengan banyak celah.
- Jumlah air yang akan dipompa cukup besar (debitnya)
- Slope tanah sensitif terhadap erosi atau mudah terjadi rotasi slide
- Dinding cut off diperlukan juga untuk struktur penahan tanah
- Gedung sebelah yang ada, sensitif terhadap penurunan muka air tanah
- Tidak tersedia saluran pembuang (saluran drain)
- Diperlukan untuk menunjang metode *top down* pada pekerjaan *basement*.



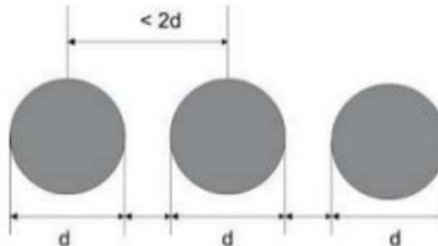
Gambar 4. 65 Potongan Metode Cut Off

Dewatering menggunakan metode *cut off* dapat dilakukan dengan menggunakan *secant pile*, yaitu tiang yang saling berpotongan sehingga membentuk dinding yang rapat.

Uraian Pekerjaan *secant pile* :

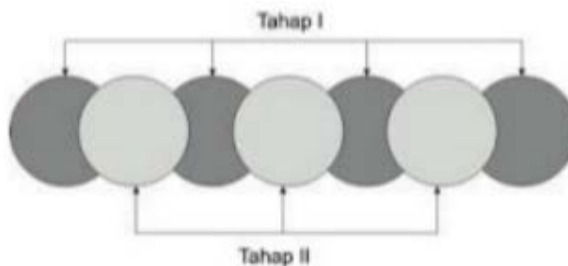
- Dititik yang telah ditetapkan, tanah dibor sedalam desain, kemudian di cor sement bentonite

- Disebelahnya, sesuai dengan arah *line diaphragm wall* yang direncanakan, di bor lagi sedalam desain, dengan jarak As lebih kecil dari  $2 \times$  diameter terlubang, kemudian di cor semen bentonite. Begitu seterusnya hingga seluruh *line diaphragm wall* dicapai.



Gambar 4. 66 Persyaratan Tiang Bentonite

- Tepat ditengah-tengah anantara tiang-tiang sement bentonite yang telah selesai di cor (setelah 3 hari), dilakukan pengeboran tanah dengan diameter dan kedalaman yang sama. Karena jarak tepi tiang lebih kecil dari diameter, maka selama proses pengeboran tiang-tiang lama akan tergerus. Kemudian dilakukan pengecoran dengan semen bentonite. Begitu seterusnya diantara tiang-tiang yang telah dicor, dengan demikian terbentuklah dinding yang rapat, terdiri dari tiang-tiang yang saling berpotongan.



Gambar 4. 67 Pengeboran Diantara Tiang Bentonite

Bila struktur secant pile ini diperlukan juga sebagai struktur penahan tanah selama proses penggalian, maka untuk tiang yang tahap kedua dicor beton bertulang (sebagai struktur penahan).

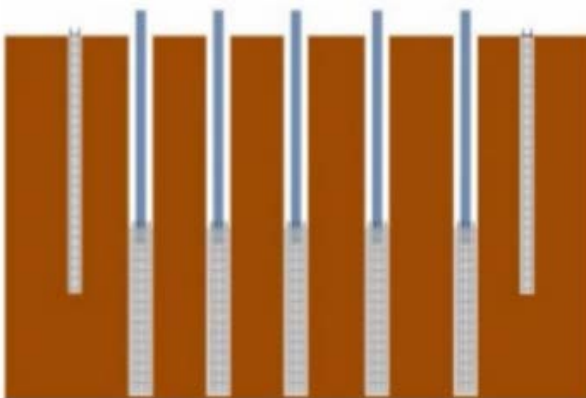
3. Pekerjaan pondasi bored pile dan king post

- Memasang dinding diafragma



Gambar 4. 68 Pemasangan Dinding Diafragma

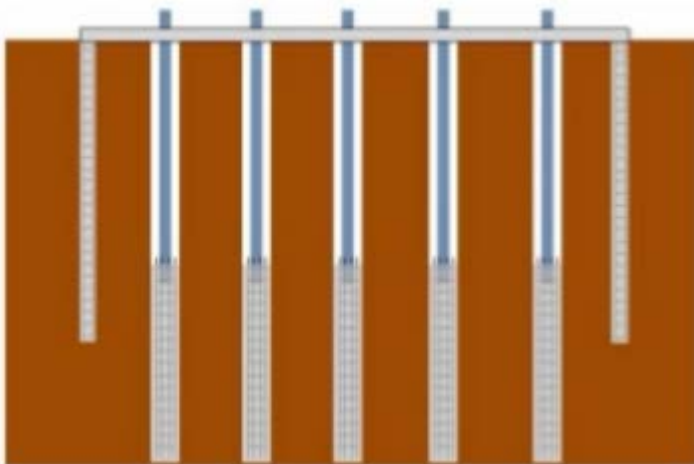
- Memasang pondasi beserta king post



Gambar 4. 69 Pemasangan Pondasi beserta *King Post*

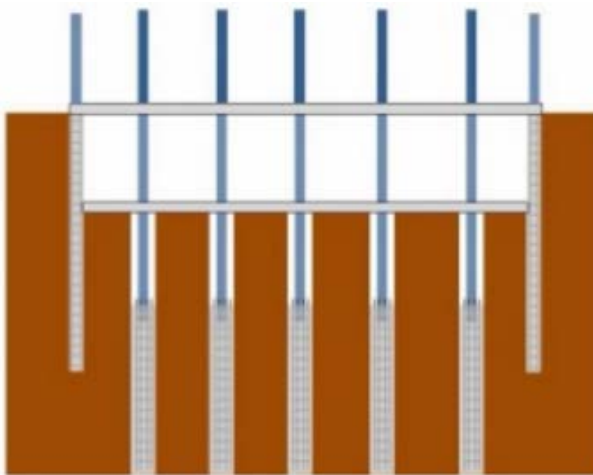


- Mengerjakan pelat lantai dasar



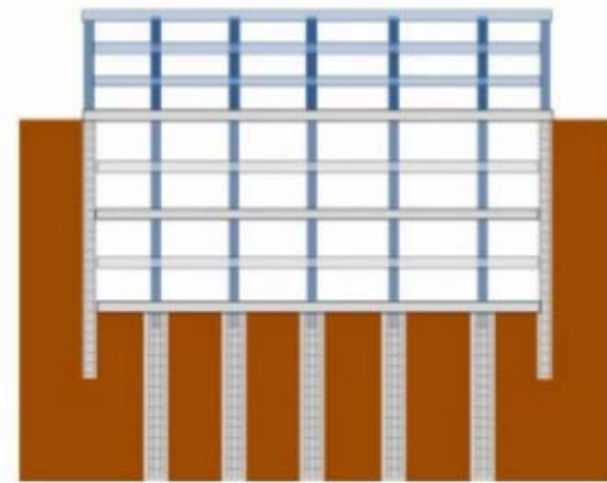
Gambar 4. 70 Pengerjaan Pelat Lantai Dasar

- Mengerjakan pengerukan dan lantai *basement* dan kolom lantai atas



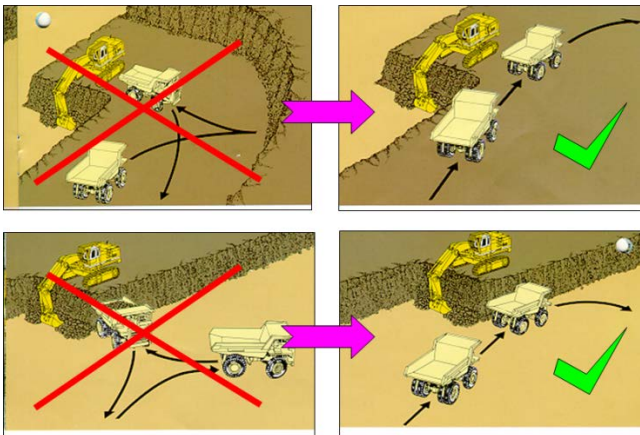
Gambar 4. 71 Pengerjaan Lantai *Basement* dan Lantai Atas

- Mengerjakan lantai *basement* lebih bawah bersamaan lantai lebih atas



Gambar 4. 72 Pengerjaan Lantai *Basement* Selanjutnya dan Lantai Atas Selanjutnya

#### 4. Pekerjaan struktur dan galian



Gambar 4. 73 Alur Penggalan Tanah

Kedalaman galian adalah 9,35 m (3,35 m; 3 m; 3 m). Pekerjaan galian menggunakan metode open cut. Pada metode ini, dilakukan penggalian dari permukaan tanah hingga ke dasar galian dengan sudut lereng galian tertentu.

Tahapan galian sebagai berikut :

1. Galian tahap 1, penggalian dilakukan Exacavator dan material langsung di dumping ke Dump Truck (posisi dump truck yang optimal dimana sudut swing bucket backhoe  $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ), tinggi galian sesuai perhitungan tinggi kritis.



Gambar 4. 74 Galian *Basement* Tahap 1

2. Galian tahap 2, lereng hasil penggalian tahap-1 harus diproteksi dari gerusan air hujan dgn menggunakan terpal plastik (plastik sheet) dan galian tahap kedua dapat dilaksanakan dengan metode yang sama pada tahap-1.

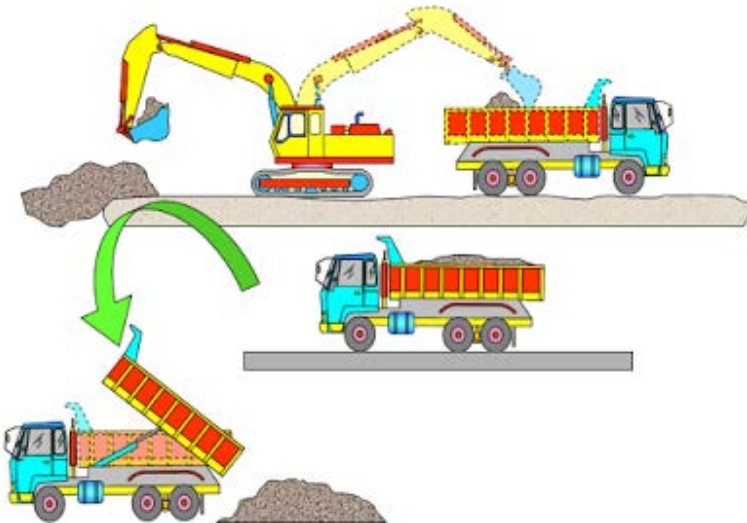


Gambar 4. 75 Galian *Basement* Tahap 2

Buat *ramp* masuk dan *ramp* keluar untuk alat berat dan DT dengan kemiringan maximum 15%

3. Penggalian dilanjutkan sampai elevasi rencana, untuk penggalian di bawah muka air tanah dilakukan pekerjaan dewatering.

4. Hasil galian tanah dibuang ke lokasi disposal area, diusahakan jarak disposal dicari jarak terdekat dan yang perlu diperhatikan diusahakan tanah galian tidak berjatuh di jalan dengan cara menutup bak dump truck dengan terpal.



Gambar 4. 76 Alur Pekerjaan Galian Tanah

Urutan pekerjaan galian pada metode top down :

Lantai *basement* 1, dicor diatas tanah dengan lantai kerja  
 Galian *basement* 1, dilaksanakan setelah lantai *basement* 1 cukup dilewati menggunakan excavator kecil. Disediakan lubang lantai dan *ramp* sementara untuk pembuangan tanah galian

Lantai *basement* 2, dicor diatas tanah dengan lantai kerja  
 Galian *basement* 2, dilaksanakan seperti galian *basement* 1, begitu seterusnya.

## BAB V HASIL PERHITUNGAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

#### 5.1.1 Hasil Penulangan Struktur Sekunder

##### ❖ Komponen Pelat

REKAPITULASI TULANGAN PELAT										
LANTAI YANG DITINJAU	TIPE PELAT	$I_x$	$I_y$	$I_y/I_x$	Kontrol Arah	WILAYAH	TULANGAN UTAMA		TULANGAN UTAMA	
		mm	mm				n	S	n	D
B1	TIPE A	2825	3000	1.1	two way	Lap X	10D	150	8D	150
						Lap Y	10D	150	8D	150
						Tump X	10D	150	8D	150
						Tump Y	10D	150	8D	150
	TIPE B	3750	4000	1.1	two way	Lap X	8D	150	8D	150
						Lap Y	8D	150	8D	150
						Tump X	8D	150	8D	150
						Tump Y	8D	150	8D	150
L	TIPE A	1200	3375	2.8	one way	Lap X	10D	150	8D	150
						Lap Y	10D	150	8D	150
						Tump X	10D	150	8D	150
						Tump Y	10D	150	8D	150
	TIPE B	3000	3750	1.3	two way	Lap X	8D	150	8D	150
						Lap Y	8D	150	8D	150
						Tump X	8D	150	8D	150
						Tump Y	8D	150	8D	150
	TIPE C	3500	4125	1.2	two way	Lap X	8D	150	8D	150
						Lap Y	8D	150	8D	150
						Tump X	8D	150	8D	150
						Tump Y	8D	150	8D	150
Mez	TIPE B	1800	3000	1.7	two way	Lap X	8D	150	8D	150
						Lap Y	8D	150	8D	150

						Tump X	8D	150	8D	150
						Tump Y	8D	150	8D	150
1	TIPE B	3000	4100	1.4	two way	Lap X	10D	100	8D	150
						Lap Y	10D	100	8D	150
						Tump X	10D	100	8D	150
						Tump Y	10D	100	8D	150
2	TIPE B	3500	5325	1.5	two way	Lap X	8D	150	8D	150
						Lap Y	8D	150	8D	150
						Tump X	8D	150	8D	150
						Tump Y	8D	150	8D	150
	TIPE Bd	2000	3500	1.8	two way	Lap X	10D	150	8D	150
						Lap Y	10D	150	8D	150
						Tump X	10D	150	8D	150
						Tump Y	10D	150	8D	150
	TIPE Bk	3500	4300	1.2	two way	Lap X	10D	150	8D	150
						Lap Y	10D	150	8D	150
						Tump X	10D	150	8D	150
						Tump Y	10D	150	8D	150
M/E	TIPE B	3500	3625	1.0	two way	Lap X	8D	150	8D	150
						Lap Y	8D	150	8D	150
						Tump X	8D	150	8D	150
						Tump Y	8D	150	8D	150
3	TIPE B	2425	3500	1.4	two way	Lap X	8D	150	8D	150
						Lap Y	8D	150	8D	150
						Tump X	8D	150	8D	150
						Tump Y	8D	150	8D	150
4 s/d 11	TIPE B	2300	3375	1.5	two way	Lap X	8D	150	8D	150
						Lap Y	8D	150	8D	150
						Tump X	8D	150	8D	150
						Tump Y	8D	150	8D	150
SW	TIPE B	2383	3125	1.3	two way	Lap X	8D	150	8D	150
						Lap Y	8D	150	8D	150
						Tump X	8D	150	8D	150
						Tump Y	8D	150	8D	150
RT	TIPE B	2300	3375	1.5	two way	Lap X	8D	150	8D	150
						Lap Y	8D	150	8D	150

							Tump X	8D	150	8D	150
							Tump Y	8D	150	8D	150
SW RT	TIPE B	2383	3125	1.3	two way	Lap X	8D	150	8D	150	
						Lap Y	8D	150	8D	150	
						Tump X	8D	150	8D	150	
						Tump Y	8D	150	8D	150	
BSMNT	DINDING B	6350	7800	1.2	two way	Lap X	13D	150	10D	150	
						Lap Y	13D	150	10D	150	
						Tump X	13D	150	10D	150	
						Tump Y	13D	150	10D	150	
	DASAR B	3900	5000	1.3	two way	Lap X	16D	150	10D	150	
						Lap Y	16D	150	10D	150	
						Tump X	16D	150	10D	150	
						Tump Y	16D	150	10D	150	
K RENANG	DINDING KR	1200	7150	6.0	one way	Lap X	13D	150	10D	150	
						Lap Y	13D	150	10D	150	
						Tump X	13D	150	10D	150	
						Tump Y	13D	150	10D	150	
	DASAR KR	4300	7150	1.7	two way	Lap X	13D	150	10D	150	
						Lap Y	13D	150	10D	150	
						Tump X	13D	150	10D	150	
						Tump Y	13D	150	10D	150	
PIT LIFT	DINDING PL	1700	3050	1.8	two way	Lap X	16D	150	12D	150	
						Lap Y	16D	150	12D	150	
						Tump X	16D	150	12D	150	
						Tump Y	16D	150	12D	150	
	DASAR PL	2650	3050	1.2	two way	Lap X	16D	150	12D	150	
						Lap Y	16D	150	12D	150	
						Tump X	16D	150	12D	150	
						Tump Y	16D	150	12D	150	
STP GWT	DINDING S	3000	5050	1.7	two way	Lap X	16D	150	12D	150	
						Lap Y	16D	150	12D	150	
						Tump X	16D	150	12D	150	
						Tump Y	16D	150	12D	150	
	DASAR S	3500	5050	1.4	two way	Lap X	16D	150	12D	150	
						Lap Y	16D	150	12D	150	
						Tump X	16D	150	12D	150	
						Tump Y	16D	150	12D	150	

❖ **Komponen Tangga**

Tanjakan	Injakan	Kemiringan	Tebal Pelat	Arah Pelat	Tulangan Utama		Tulangan Bordes	
(cm)	(cm)		(cm)		Utama	Susut	Utama	Susut
17	29,8	30°	15	One way	D16-150	Ø8-150	D16-150	Ø8-150
17	26,7	32°	15	One way	D16-150	Ø8-150	D16-150	Ø8-150
17	30,3	29°	15	One way	D16-150	Ø8-150	D16-150	Ø8-150
17	20,2	40°	15	One way	D16-150	Ø8-150	D16-150	Ø8-150
17	32,9	28°	15	One way	D16-150	Ø8-150	D16-150	Ø8-150
17	26,3	34°	15	One way	D16-150	Ø8-150	D16-150	Ø8-150

❖ **Komponen Ramp**

Kemiringan	Tebal Pelat	Arah Pelat	Tulangan Utama	
	(cm)		Utama	Susut
12°	15	One way	D19-150	Ø8-150
14°	15	One way	D19-150	Ø8-150

**5.1.2 Hasil Penulangan Struktur Primer**

- ❖ **Komponen Balok**
  - Rekapitulasi tulangan balok sistem ganda (*terlampir*)
  - Rekapitulasi tulangan balok sistem rangka pemikul momen khusus (*terlampir*)
- ❖ **Komponen Kolom**
  - Rekapitulasi tulangan kolom sistem ganda (*terlampir*)
  - Rekapitulasi tulangan kolom sistem rangka pemikul momen khusus (*terlampir*)

**5.1.3 Hasil Perhitungan Analisa Biaya Perbandingan Sistem Struktur (*terlampir*)**



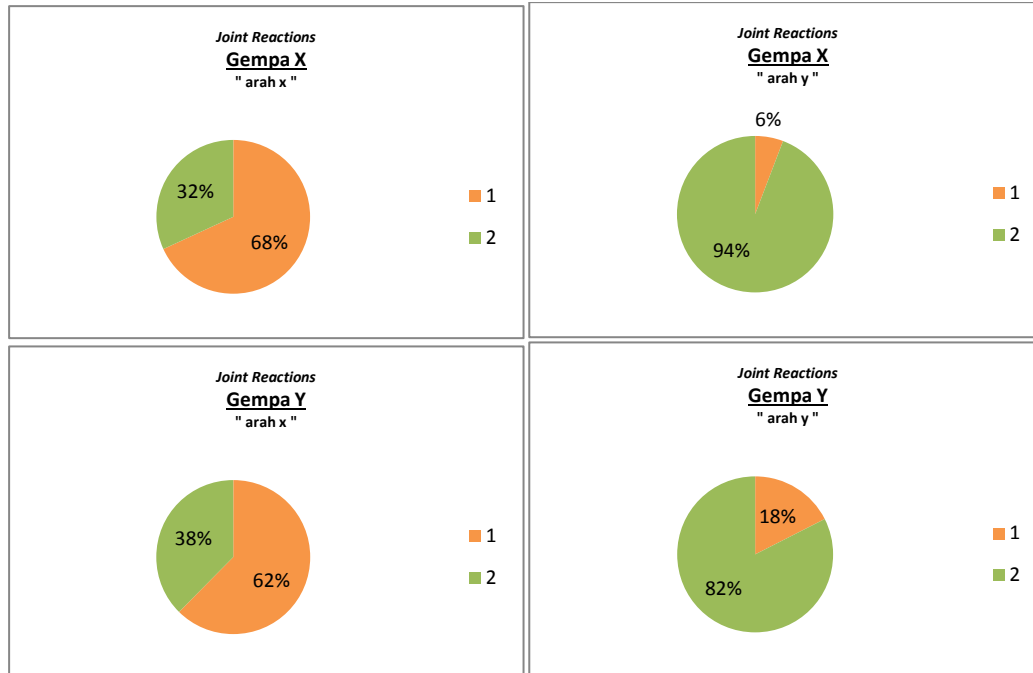
Berdasarkan perhitungan struktur, analisa kekakuan dan anggaran biaya pada Sistem Ganda dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, dapat disimpulkan :

### 1. Dilihat Berdasarkan *Joint Reactions*

Tabel 5. 1 Perbandingan *Joint Reactions* Sistem Ganda dan SRPMK

No	Distribusi Gempa	SRPMK		Sistem Ganda			
		Kolom		Kolom (1)		<i>Shearwall</i> (2)	
		Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
1	Gempa X	2892948	113596,2	501324,2	17000,26	234670,1	276215,7
2	Gempa Y	181025,8	319455,6	305593,8	51970,43	184074,4	144697,3

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa *joint reactions* yang ditimbulkan pada perencanaan *shearwall* dengan sistem ganda gempa x berkurang sebesar 36,23% terhadap arah x dan bertambah 88,40% terhadap arah y, sedangkan pada gempa y 24,82% terhadap arah x dan bertambah 64,96% terhadap arah y. Dapat disimpulkan bahwa perletakan *shearwall* pada bangunan existing kurang efisien. Berikut merupakan bagan prosentase perbandingan *joint reactions* pada kolom dan *shearwall*.

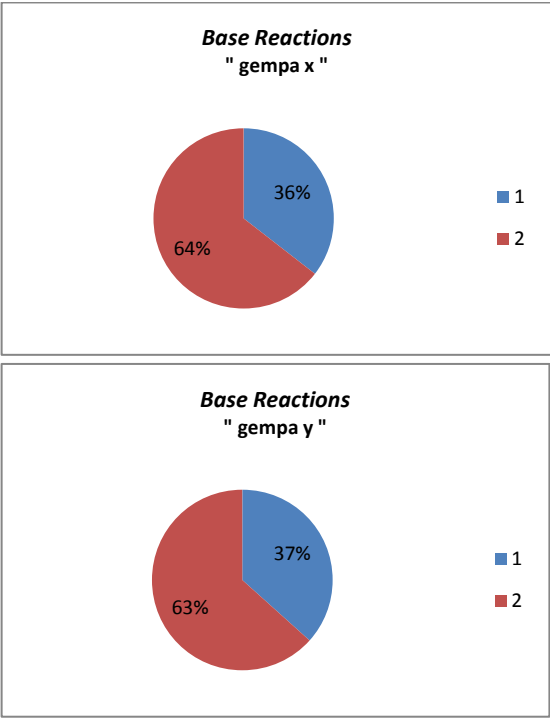


Bagan 5. 1 Prosentase Perbandingan *Joint Reactions* Sistem Ganda

2. Dilihat Berdasarkan *Base Reactions*

Tabel 5. 2 Prosentase Perbandingan *Base Reactions* Sistem Ganda dan SRPMK

No	Arah Gempa	Sistem Struktur			
		SRMPK (1)	Sistem Ganda (2)	SRMPK (1)	Sistem Ganda (2)
		(kg)	(kg)	(%)	(%)
1	Gempa X	242104,7	439522,5	35,52	64,48
2	Gempa Y	254440,1	439556,1	36,66	63,34



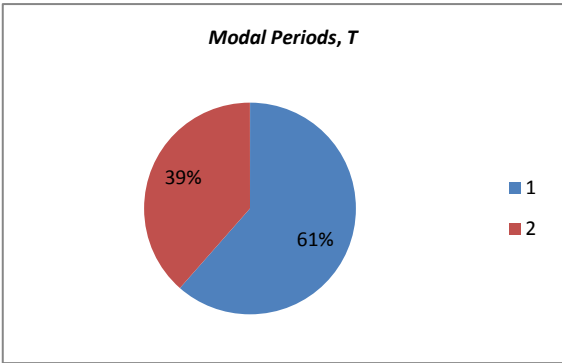
Bagan 5. 2 Prosentase Perbandingan *Base Reactions* Sistem Ganda dan SRPMK

Berdasarkan tabel dan bagan di atas terlihat bahwa *base reactions* yang ditimbulkan pada perencanaan ulang dengan SRPMK berkurang sebesar 28,96% pada gempa x dan 26,67% pada gempa y.

3. Dilihat Berdasarkan *Modal Periods*

Tabel 5. 3 Prosentase Perbandingan *Modal Periods* Sistem Ganda dan SRPMK

Sistem Struktur	SRPMK (1)	Sistem Ganda (2)
Periode, <i>T</i>	(detik)	(%)
	2,34106	61,48
	1,46688	38,52



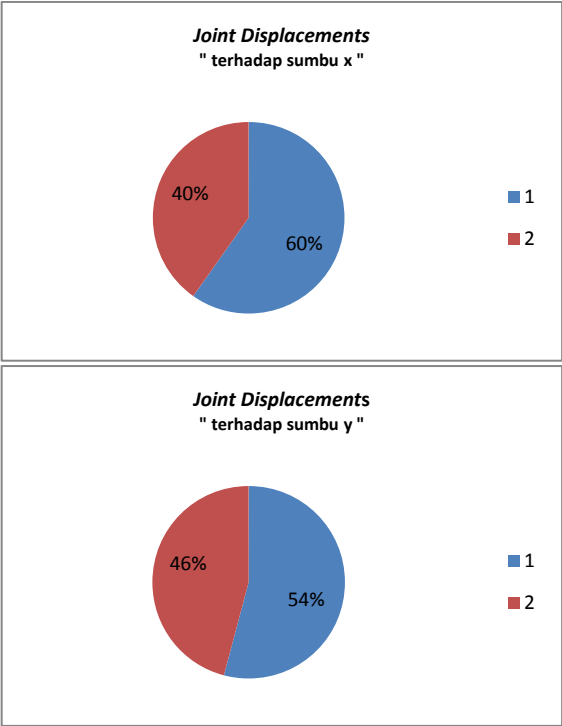
Bagan 5. 3 Prosentase Perbandingan *Modal Periods* Sistem Ganda dan SRPMK

Berdasarkan tabel dan bagan di atas terlihat bahwa *modal periods* yang ditimbulkan pada perencanaan ulang dengan SRPMK bertambah sebesar 22,96%.

4. Dilihat Berdsarkan *Joint Displacements*

Tabel 5. 4 Prosentase Perbandingan *Joint Displacements* Sistem Ganda dan SRPMK

No	Terhadap sumbu	SRPMK (1)	Sistem Ganda (2)	SRPMK (1)	Sistem Ganda (2)
		(mm)	(mm)	(%)	(%)
1	Sumbu X	46,7115	31,394	59,806	40,194
2	Sumbu Y	35,1615	29,777	54,146	45,854



Bagan 5. 4 Prosentase Perbandingan *Joint Displacements* Sistem Ganda dan SRPMK

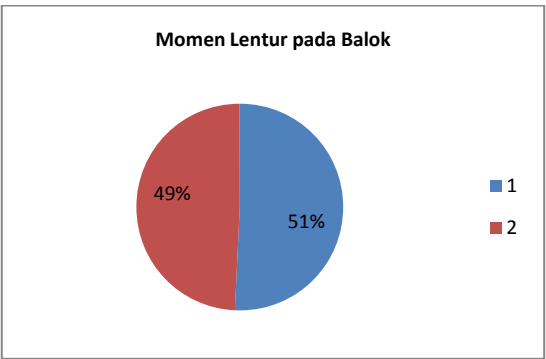
Berdasarkan tabel dan bagan di atas terlihat bahwa *joint displacements* yang ditimbulkan pada perencanaan ulang dengan SRPMK bertambah sebesar 19,61% terhadap sumbu x dan 8,29% terhadap sumbu y.

**5. Dilihat Berdasarkan Analisa Perhitungan Penulangan Struktur**

➤ Analisa Perhitungan Penulangan Balok

Tabel 5. 5 Prosentase Perbandingan Momen Lentur pada Balok Sistem Ganda dan SRPMK

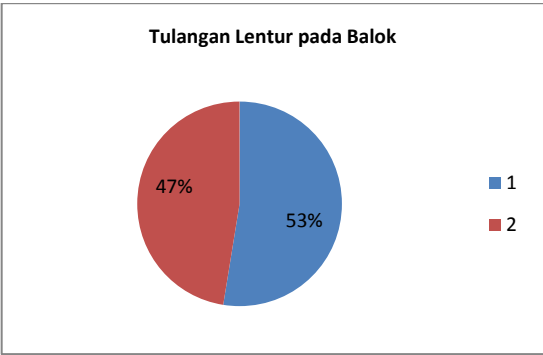
No	Sistem Struktur	Momen Lentur			Jumlah	
		Tump Kiri	Lapangan	Tump Kanan		
		(kgm)	(kgm)	(kgm)	(kgm)	(%)
1	SRPMK	68877,53	30742,23	59957,26	159577	51
2	Sistem Ganda	65489,43	38303,27	50938,15	154731	49



Bagan 5. 5 Prosentase Perbandingan Momen Lentur pada Balok Sistem Ganda dan SRPMK

Tabel 5. 6 Prosentase Perbandingan Tulangan Lentur pada Balok Sistem Ganda dan SRPMK

No	Sistem Struktur	Tulangan Lentur						Jumlah	
		Tump Kiri		Lapangan		Tump Kanan			
		tarik	tekan	tarik	tekan	tarik	tekan	(buah)	(%)
1	SRPMK	10 D22	6 D22	6 D22	3 D22	10 D22	6 D22	41 D22	53
2	Sistem Ganda	9 D22	5 D22	6 D22	3 D22	9 D22	5 D22	37 D22	47



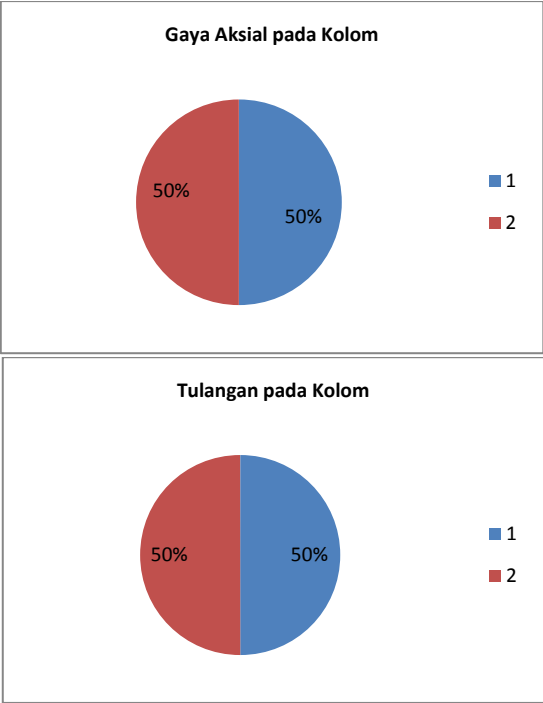
Bagan 5. 6 Prosentase Perbandingan Tulangan Lentur pada Balok Sistem Ganda dan SRPMK

Berdasarkan tabel dan bagan di atas terlihat bahwa momen lentur yang ditimbulkan pada perencanaan ulang dengan SRPMK bertambah sebesar 2,52% dan pada tulangan lentur bertambah 5,13%.

➤ *Analisa Perhitungan Penulangan Kolom*

Tabel 5. 7 Prosentase Perbandingan Gaya Aksial dan Tulangan Lentur pada Kolom

No	Sistem Struktur	Aksial		Tulangan Lentur				Jumlah	
		kg	(%)	Nu/bh	Mu/bh <sup>2</sup>	ρ <sub>t</sub>	Tul	(buah)	(%)
1	SRPMK	760246,8	50,0054	12,7773	0,9406	0,01%	16 D22	16 D22	50
2	Sistem Ganda	760082,7	49,9946	12,7745	0,9785	0,01%	16 D22	16 D22	50



Bagan 5. 7 Prosentase Perbandingan Gaya Aksial dan Tulangan Lentur pada Kolom

Berdasarkan tabel dan bagan atas terlihat bahwa gaya aksial yang ditimbulkan pada perencanaan ulang dengan SRPMK bertambah sebesar 0,01% dan pada tulangan lentur tidak mengalami perubahan.



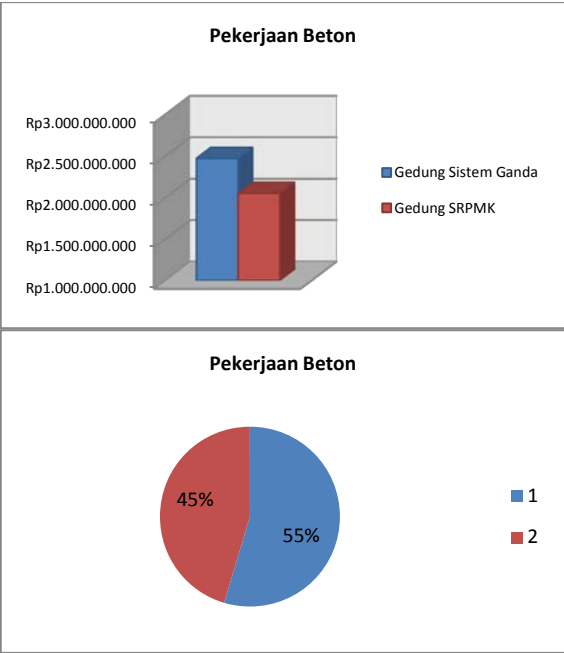
## 6. Dilihat Berdasarkan Analisa Biaya

Tabel 5. 8 Rekapitulasi RAB Pekerjaan Beton dan Besi dengan Menggunakan Sistem Ganda

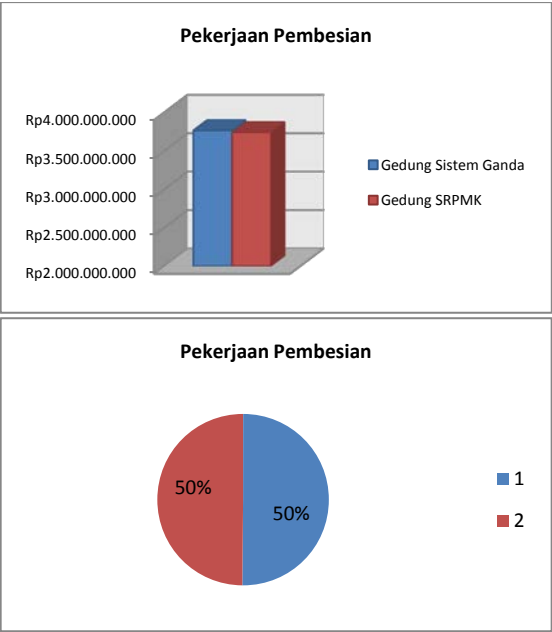
GEDUNG SISTEM GANDA			
REKAPITULASI			
NO	JENIS PEKERJAAN	BOBOT	TOTAL
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>	<b>40%</b>	<b>Rp 2.474.006.323</b>
	<i>SHEARWALL</i>		Rp 633.197.972
	KOLOM		Rp 532.695.501
	BALOK		Rp 1.308.112.850
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN PEMBESIAN</b>	<b>60%</b>	<b>Rp 3.766.193.765</b>
	<i>SHEARWALL</i>		Rp 551.054.520
	KOLOM		Rp 766.175.665
	BALOK		Rp 2.448.963.580
<b>J U M L A H</b>			<b>Rp 6.240.200.088</b>

Tabel 5. 9 Rekapitulasi RAB Pekerjaan Beton dan Besi dengan Menggunakan SRPMK

GEDUNG SRPMK			
REKAPITULASI			
NO	JENIS PEKERJAAN	BOBOT	TOTAL
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>	<b>35%</b>	<b>Rp 2.053.120.830</b>
	<i>SHEARWALL</i>		Rp -
	KOLOM		Rp 628.284.958
	BALOK		Rp 1.424.835.872
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN PEMBESIAN</b>	<b>65%</b>	<b>Rp 3.745.045.434</b>
	<i>SHEARWALL</i>		Rp -
	KOLOM		Rp 903.201.757
	BALOK		Rp 2.841.843.677
<b>J U M L A H</b>			<b>Rp 5.798.166.264</b>



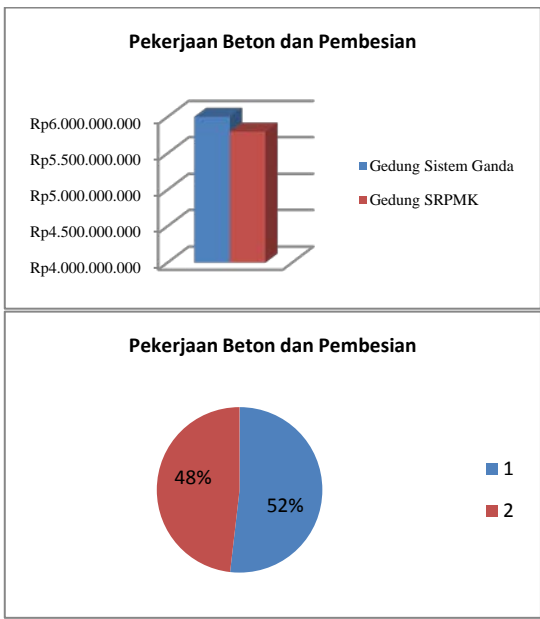
Bagan 5. 8 Prosentase RAB Pekerjaan Beton Sistem Ganda dan SRPMK



Bagan 5. 9 Prosentase RAB Pekerjaan Pembesian Sistem Ganda dan SRPMK

Tabel 5. 10 Rekapitulasi Perbandingan RAB Pekerjaan Beton dan Pembesian Sistem Ganda dan SRPMK

PERBANDINGAN			
REKAPITULASI			
NO	JENIS PEKERJAAN	BOBOT	TOTAL
1	GEDUNG SISTEM GANDA	52%	Rp 6.240.200.088
2	GEDUNG SRPMK	48%	Rp 5.798.166.264
SELISIH		4%	Rp 442.033.824
JUMLAH			Rp 12.038.366.352



Bagan 5. 10 Prosentase Perbandingan Pekerjaan Beton dan Pembesian

Berdasarkan tabel dan bagan di atas terlihat bahwa perencanaan ulang tanpa dinding geser dapat berpengaruh pada biaya berkurang sebesar 4%. Maka dapat disimpulkan bahwa bangunan gedung ini aman dan cukup direncanakan menggunakan SRMPK.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2012*. Jakarta : Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional, 2013. *Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain SNI 03-1727-2013*. Jakarta : Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional, 2013. *Persyaratan Beton Strutural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013*. Jakarta : Standar Nasional Indonesia
- Das, Braja M., Endah, Noor, Mochtar, Indrasurya B., *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*, 1985, Jakarta : Erlangga
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung*. Bandung : Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan
- FEMA 451, 2006. *NEHRP Recommended Provisions: Design Examples*, Federal Emergency Management Agency
- Imran, Iswandi., Fajar Hendrik, 2014. *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. Bandung : ITB
- Imran, Iswandi., Fajar Hendrik, 2014. *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. Bandung : ITB

Kementerian Pekerjaan Umum, 2010. *Peta Hazard Gempa Indonesia*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum

Prof. Ir. Rachmat Purwono, M.Sc. 2005. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Jakarta : ITS Press

Wang, Chu K., Salmon, Charles G., Hariandja, B., 1990. *Desain Beton Bertulang*. Edisi Ke Empat. Jakarta : Penerbit Erlangga

## BIODATA PENULIS



**Yuniar Dwi Ambarwati**, dilahirkan di Sidoarjo, 19 Juni 1995, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Balas Klumprik I Surabaya tahun 2007, SMP Negeri 16 Surabaya tahun 2010, dan SMA Negeri 22 Surabaya tahun 2013. Setelah lulus, penulis melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi dengan menjadi mahasiswa Diploma III Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh

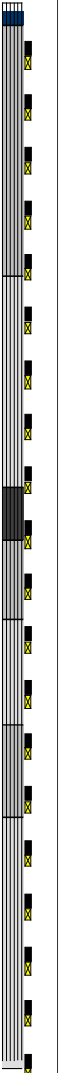
Nopember pada tahun 2013 hingga 2016. Penulis lalu melanjutkan studi di Diploma IV Lanjut Jenjang Teknik Infrastruktur Sipil ITS. Saat menjadi mahasiswa DIII Teknik Sipil, penulis sempat aktif kegiatan kemahasiswaan selama dua tahun. Penulis juga sempat menduduki posisi atau jabatan sebagai staff KSR PMI ITS 2013 – 2014 dan menjadi Bendahara I LE HMDS 2015-2016. Penulis sempat mengikuti Kerja Praktek di PT. Wijaya Karya pada Proyek Apartemen Puncak Dharmahusada Surabaya. Penulis dapat dihubungi melalui email [yuniardwiambarwati@gmail.com](mailto:yuniardwiambarwati@gmail.com)

Table 3.2 : Bor and SPT titik B - 1

Bore No. : B - 1  
Project : RENCANA GEDUNG PLASA TELKOM  
Location : JL. KEBON SIRIH 37 JAKPUS  
Elevation : - 0.90 m  
of GWL

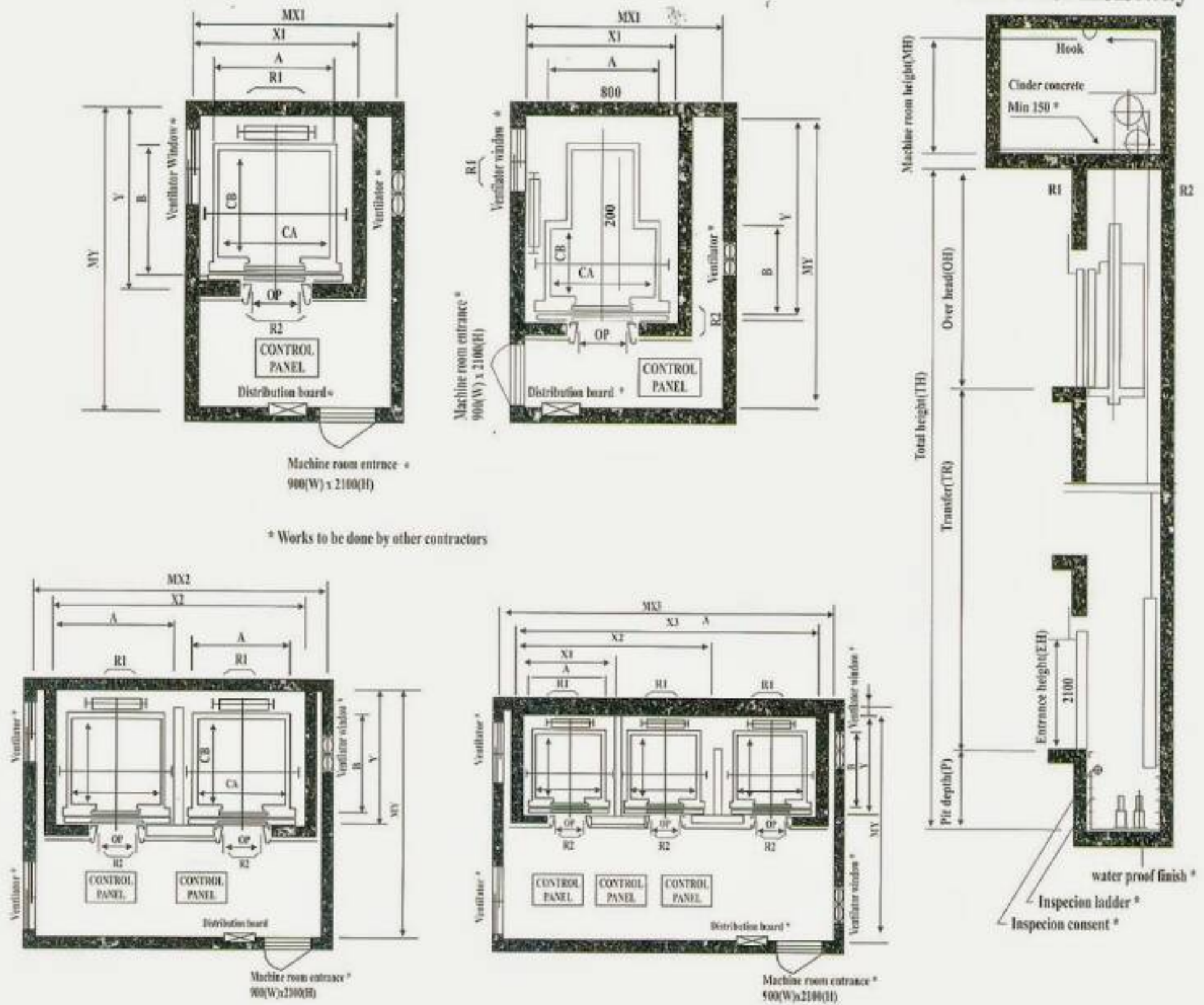
Coordinates of GPS (UTM) X = 0702368  
Y = 9316168  
Diameter of Bore : 73 mm  
Diameter of Casing : 89 mm

BORE LOG

DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N / 30 cm	DESCRIPTION	COLOUR	S P T Value	Grain Size Analysis (%)				Physical Properties					Unconfined Test qu kg/cm <sup>2</sup>	Mechanical Properties				
					Depth sample ( Blow / 30 cm )	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Water Content (%)	Dry Density ( $\gamma_d$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )	Specific Gravity GS	Porosity n	Void Ratio e		Direct Shear Test		Atterberg Test		
																c kg/cm <sup>2</sup>	$\phi$ (°)	LL %	PL %	IP %
0		0 20 40 60 80	Asphalt dan Timbunan	Hitam Coklat																
1																				
2		1	8.60	20.94	47.46	23.00	75.00	0.881	2.569	0.658	1.926	0.34	0.37	10	66.61	28.39	38.23			
3		2	54.89	34.77	10.34	0.00	75.19	0.909	4.112	0.756	3.092		0.22	20	NON PLASTIS					
4		3	43.00	35.20	21.80	0.00	87.83	0.807	2.641	0.699	2.320		0.30	10	NON PLASTIS					
5		4	15.51	20.65	48.55	15.30	92.72	0.778	2.614	0.708	2.423	0.29	0.37	10	70.69	34.24	36.45			
6		5	1.26	39.70	50.84	8.20	90.75	0.823	2.607	0.703	2.366	0.24	0.29	13	68.30	30.21	38.08			
7		6	0.76	96.23	3.01	0.00	36.03	1.311	2.639	0.487	0.951		0.25	22	NON PLASTIS					
8		7	0.79	87.76	11.44	0.00	38.84	1.316	2.641	0.506	1.026		0.26	19	NON PLASTIS					
9		8	1.79	90.56	7.65	0.00	36.11	1.357	2.628	0.487	0.949		0.22	21	NON PLASTIS					
10		9	2.65	92.70	4.65	0.00	36.52	1.315	2.651	0.492	0.968		0.17	22	NON PLASTIS					
11		10	59.38	24.32	16.30	0.00	77.22	0.885	2.662	0.673	2.056		0.25	19	NON PLASTIS					
12		11	5.33	17.41	58.76	18.50	92.93	0.801	2.579	0.706	2.397		0.42	7	73.28	30.06	43.22			
13		12	4.68	90.14	5.18	0.00	34.25	1.390	2.674	0.478	0.916	0.00	0.19	23	NON PLASTIS					
14		13	1.73	81.98	16.29	0.00	32.21	1.420	2.602	0.456	0.838	0.00	0.24	20	NON PLASTIS					
15		14	0.97	20.16	50.92	27.96	65.16	1.015	2.653	0.634	1.729	0.37	0.37	12	67.42	29.22	38.21			
16		15	0.22	13.03	52.97	33.79	64.52	1.002	2.647	0.631	1.708	0.39	0.29	14	68.37	28.13	40.24			
17		16	0.50	91.54	7.96	0.00	37.13	1.351	2.664	0.497	0.989		0.26	21	NON PLASTIS					
18		17	3.87	87.36	8.77	0.00	34.35	1.393	2.672	0.479	0.918		0.24	19	NON PLASTIS					
19		18	1.36	90.93	7.72	0.00	33.55	1.337	2.617	0.468	0.878		0.24	21	NON PLASTIS					
20	19	1.61	85.46	12.94	0.00	33.84	1.388	2.651	0.473	0.897		0.26	19	NON PLASTIS						
20	20	21.84	67.25	10.91	0.00	17.46	1.692	2.350	0.291	0.410		0.27	18	NON PLASTIS						



## Section of Hoistway



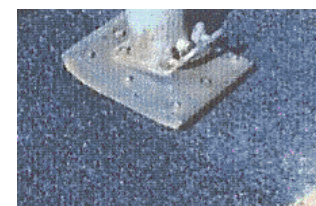
## STANDARD DIMENSION & REACTION

Capacity		Opening		Car Size		Hoisetay						Machine Room						Rated Speed	
						1 Car	2 Cars	3 Cars	Length	Pit Depth	Over Head	1 Car	2 Cars	3 Cars	Length	Height	Reaction(Kg)		
Person	Load	Width	Height	Width	Length	Width	Width	Width											Width
	Kg	OP	EH	CA	CB	X1	X2	X3	Y	P	OH	Mx1	Mx2	Mx3	MY	MH	R1	R2	M/min
4	300	700	2000	1100	850	1750	3700	5300	1400	1600	4600	2000	3700	5300	3000	2200	3450	1750	30
6	450	800	2100	1400	850	1900	4000	5600	1450	1600	4600	2000	4000	5600	3200	2200	3600	2000	
8	550	800	2100	1400	1030	1900	4000	5600	1650	1600	4600	2000	4000	5600	3400	2200	4050	2250	
9	600	800	2100	1400	1150	1900	4000	5600	1750	1700	4600	2000	4000	5600	3500	2200	4100	2450	45
10	680	800	2100	1400	1250	1900	4000	5600	1850	1700	4600	2000	4000	5600	360	2200	4200	2700	
11	750	800	2100	1400	1350	1900	4000	5600	1950	1700	4600	2000	4000	5600	3700	2200	4550	2800	
13	900	900	2100	1600	1350	2100	4200	6350	1950	1700	4600	2300	4200	6350	3750	2200	5100	3750	60
15	1000	900	2100	1600	1500	2100	4200	6350	2150	1800	4600	2300	4200	6350	3850	2200	5450	4300	
17	1150	1000	2100	1800	1500	2350	4800	7250	2200	1800	4600	2800	4800	7250	3800	2200	6600	5100	
20	1350	1100	2100	2000	1500	2550	5200	7850	2200	1800	4600	2900	5200	7850	4000	2200	7800	6000	105
24	1600	1100	2100	2150	1600	2700	5500	8300	2300	1800	4600	3000	5500	8300	3200	2200	8500	6800	





**HUDSON**  
CIVIL PRODUCTS



## Cold Mix Asphalt - 20kg bags

**ROADFIX COLD ASPHALT** is a deferred set, storage grade asphalt that is ideal for instant, high quality repairs to bituminous or concrete surfaces - and is **PERMANENT**.

**Instant long-lasting repairs – no fuss, no mess, no worries!**



### KEY BENEFITS:

- No drying or cutting necessary
- No tack coat priming
- No over banding joint sealing
- No heavy compaction equipment required
- No trips to the hot-mix plant
- No wastage at the end of each day's tasks
- No heating required
- Reduced carbon footprint

## HIGH PERFORMANCE COLD ASPHALT FOR PERMANENT REPAIRS



ROADFIX CA Patch - Note how the COLD ASPHALT joins to the edge of the pothole & no priming was required.

## Why use ROADFIX CA?

### Safe and easy to use

Roadfix CA is cold applied and safe to use. NO mixing is required.

### Versatile

- Repairs potholes in asphalt surfaces.
- Reinstates trenches in trafficable surfaces.
- Quick and easy to use.
- Provides an efficient and economical solution to minor repairs and reinstatements to paved surfaces.

### Long Lasting

Roadfix CA has a minimum storage life of two years - far longer than competitors!

### Convenient

Roadfix CA is available in sealed 20kg bags and also 1 tonne bulk lots. Workability can be ensured even in cold weather just by manipulating the Roadfix CA in its sealed bag.

## Accessories

Hudson Civil also stocks RPMs, road marker dots & thermal pads



## Preparation

Clean the repair area of loose debris and dust, remove any excess water.

## Application

Lightly work the Bag of ROADFIX ® before applying it to the work area. Level out the ROADFIX ® to the desired level a depth of 45mm will compact to 30mm.

## Coverage

As a rule of thumb at a depth of 20-30mm it will cover an area of 0.6 Sq m.

6mm grade ROADFIX ® CA achieves 20-60mm wearing coat  
10mm grade ROADFIX ® CA achieves 25-100mm wearing coat

## Compaction

Where possible use a thumper or compactor; in an emergency you can use your vehicle tyres.

## Storage/ Shelf life/ Special notes.

ROADFIX ® CA has a shelf life of up to two (2) years in all conditions, from extreme cold, heat to wet conditions. You will notice that the ROADFIX ® will form a type of hard skin in or out of the package, and this protects the main body of the product from degradation. This skin easily re-juvenates and mixes back in with a little agitation.

## Precautions

Avoid excessive contact with Skin, use gloves. If the skin becomes contaminated, clean using approved petroleum based abrasive hand cleaner/gel. Any contact with the eyes, they should be irrigated with copious amounts of water and seek medical attention. For full details please refer to ROADFIX CA MSDS.





## Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

### Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

Panjang, L (mm)	: 600
Tinggi, H (mm)	: 200 ; 400
Tebal, T (mm)	: 75 ; 100 ; 125 ; 150 ; 175 ; 200
Berat jenis kering, ( $\rho$ )	: 530 kg/m <sup>3</sup>
Berat jenis normal, ( $\rho$ )	: 600 kg/m <sup>3</sup>
Kuat tekan, ( $\sigma$ )	: $\geq 4,0$ N/m <sup>2</sup>
Konduktifitas termis, ( $\lambda$ )	: 0.14 w/mk

Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Luas Dinding / m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Isi / m <sup>3</sup>	Blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67





Plain Colour 3663 WT



Plain Colour 3693 BK



Plain Colour 3633 MN



Strata 3719 GN



Strata 3729 BL



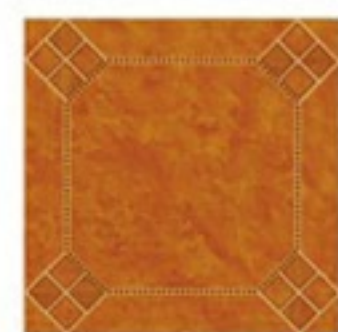
Strata 3739 PK



Fancy 3867 MN



Fancy 3867 GN



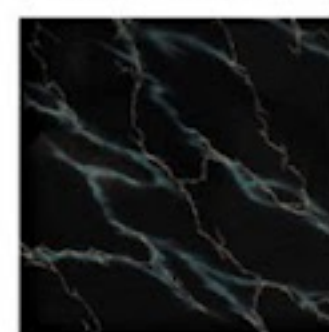
Fancy 3317 BN *New*



Fancy 3317 YL *New*



Fancy 3867 DB



Fancy 3867 BK



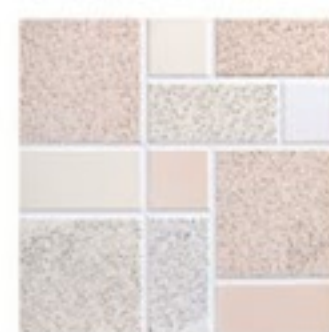
Rustic 3281 BN



Rustic 3281 GN



Rustic 3281 YL



Rustic 3381 IVY



Rustic 3681 BN



Rustic 3681 GN



Rustic 3881 BN



Rustic 3781 BN



Rustic 3981 BL



Rustic 3981 GN



Rustic 3181 BN *New*



## TECHNICAL DATA

ARWANA Ceramic Tiles

DESCRIPTION	UNIT	FLOOR TILE ARWANA	ISO	UNIT	WALL TILE ARWANA	ISO
Size Tolerance	%	+/- 0.5	+/- 0.6	%	(- 0.2 - (+0.52))	(- 0.3 - (+0.6))
Thickness Tolerance	%	+/- 4.0	+/- 5.0	%	+/- 4.0	+/- 10
Rectangularity	%	+/- 0.4	+/- 0.6	%	+/- 0.3	+/- 0.3
Straightness of sides	%	+/- 0.4	+/- 0.5	%	+/- 0.3	+/- 0.3
Curvature						
a. Center Curvature	%	+/- 0.5	+/- 0.5	mm	(- 0.2 - (+ 0.8))	(- 0.2 - (+ 0.8))
b. Edge Curvature	%	+/- 0.5	+/- 0.5	mm	(- 0.2 - (+ 0.8))	(- 0.2 - (+ 0.8))
c. Warpage	%	+/- 0.5	+/- 0.5	mm	0.5	0.5
Modulus of Rupture	kg/cm <sup>2</sup>	min 200	180	kg/cm <sup>2</sup>	min 200	min 150
Water Absorption	%	6 - 9	6<E<10	%	>10	>10
Crazing Resistance		Required (5 bar)	Required (5 bar)		Required (5 bar)	Required (5 bar)

### Arwana Ceramic tiles packing information

SIZE (cm)	QTY./BOX	M <sup>2</sup> /BOX	WT. KG/BOX
20cm x 20cm	25	1	13-14
20cm x 25cm	20	1	12
30cm x 30cm	11	1	14-15
40cm x 40cm	6	1	15.5-16.5



Arwana Ceramic Tiles

## Contact us :

### Head Office

PT ARWANA CITRAMULLA Tbk  
Sentra Niaga Puri Indah Blok T2 No. 24  
Kembangan Selatan, Jakarta 11610  
Jakarta 11610  
Phn: +62 21 5830 2363  
Fax: +62 21 5830 2361  
E-mail: info@arwanacitra.com  
Website: www.arwanacitra.com

### Sole Distributor

PT PRIMAGRAHA KERAMINDO  
Sentra Niaga Puri Indah Blok T5 No. 16-17  
Kembangan Selatan, Jakarta 11610  
Phn: +62 21 5835 8118  
Fax: +62 21 5835 8008  
E-mail: info@pgk.arwanacitra.com

### Factories

**PLANT I:**  
PT ARWANA CITRAMULLA (ACM)  
Jl. Raya Pasar Kemis  
Tangerang 15133, Banten  
Phn: +62 21 5903555 Fax: +62 21 5903461  
Email: info@acm.arwanacitra.com

**PLANT II:**  
PT ARWANA NUANSA KERAMIK (ANK)  
Jl. Raya Gorda, Desa Kibin Km 69  
Cikande - Serang, Banten  
Phn: +62 254 400365-67 Fax: +62 254 400364  
Email: info@ank.arwanacitra.com

**PLANT III:**  
PT SINAR KARYA DUTA ABADI (SKDA)  
Jl. Wringin Anom Raya Km. 33  
Desa Wringin Anom, Kb. Gresik  
Jawa Timur  
Phn: +62 31 8982225-26 Fax: +62 31 8981679  
Email: info@skda.arwanacitra.com



**Semen instan MU adalah** mortar (adukan semen) siap pakai berkualitas tinggi yang diciptakan untuk mempermudah pekerjaan bangunan, tidak perlu ditambah pasir lagi cukup dicampur air saja

*Praktis*



### MU-380 Perekat Bata Ringan

Kemasan:  
10 kg & 40 kg

Daya Sebar:  
- ALC 7,5 cm :  
± 16 m<sup>2</sup> / sak 40 kg / 3 mm  
- ALC 10 cm :  
± 10 m<sup>2</sup> / sak 40 kg / 3 mm

- Keunggulan:**
- Daya rekat tinggi dan plastis saat diaplikasikan.
  - Spesi adukan lebih tipis sehingga menghemat penggunaan bahan adukan.
  - Waktu pengerjaan lebih cepat, sehingga menghemat biaya.
  - Hasil pekerjaan lebih rata dan lebih rapih.



### MU-301 Pasangan Bata & Plester

- Keunggulan:**
- Berfungsi ganda untuk pekerjaan pasangan bata dan plesteran.
  - Aplikasi adukan lebih tipis dan hasil pasangan bata lebih rapih.
  - Saat diaplikasikan adukan tidak cepat kering terserap oleh porositas permukaan bata.
  - Mencegah terjadinya retak rambut pada dinding akibat penyusutan.
  - Hasil lebih kuat dan permukaan dinding lebih halus.

Kemasan:  
25 kg & 40 kg

Daya Sebar:  
**Pasangan**  
- Bata merah ± 1,25 m<sup>2</sup> / sak 40kg/ 10 mm  
- Bata ringan ± 3,5 m<sup>2</sup> / sak 40kg/ 10 mm  
**Plesteran**  
- Bata merah ± 1,9 m<sup>2</sup> / sak 40kg/ 10 mm  
- Bata ringan ± 2,1 m<sup>2</sup> / sak 40kg/ 10 mm



### MU-200 Acian Plesteran & Beton

- Keunggulan:**
- Hasil acian lebih halus dan berwarna abu-abu muda.
  - Mencegah terjadinya retak rambut pada dinding akibat penyusutan.
  - Tidak memerlukan plamur sebagai dasar pengecatan.
  - Dapat langsung dicat setelah berumur 7 hari.
  - Tidak menyerap bahan cat sehingga menghemat pemakaian cat.



Kemasan:  
10 kg & 40 kg

Daya Sebar:  
± 20 m<sup>2</sup> / sak 40 kg / 1,5 mm

\* Tersedia juga Acian Putih (MU-270)

### MU-400 Perekat Keramik Dinding

Kemasan:  
10 kg & 25 kg

Daya Sebar:  
± 5 m<sup>2</sup> / sak 25 kg / 2-3 mm



- Keunggulan:**
- Keramik dinding tidak merosot saat dipasang.
  - Tahan terhadap muai-susut.
  - Keramik melekat dengan kuat dan tidak mudah lepas.
  - Dapat diaplikasi tanpa pengetrikan permukaan dinding (chipping).
  - Dapat juga digunakan sebagai perekat keramik lantai.



### MU-450 Perekat Keramik Lantai

- Keunggulan:**
- Daya rekat tinggi dan mudah diaplikasikan.
  - Tahan terhadap muai-susut.
  - Pasangan keramik melekat kuat dan mencegah terangkatnya pasangan keramik lantai (popping).
  - Kuat menahan beban tekan pada permukaan keramik.



Kemasan:  
10 kg & 40 kg

Daya Sebar:  
± 8 m<sup>2</sup> / sak 40 kg / 2-3 mm



### MU-600 Pelapis Kedap Air

Kemasan:  
3 kg set &  
30 kg set

Daya Sebar:  
1,5 m<sup>2</sup> / 3 kg set  
[untuk 2 lapis aplikasi  
(vertikal dan horisontal)]



- Keunggulan:**
- Siap pakai dan mudah diaplikasikan menggunakan kuas, roll atau trowel.
  - Mempunyai sifat elongasi (kelenturan) tinggi.
  - Cocok untuk tempat basah.
  - Membentuk lapisan elastis dan kenyal.



### MU-840 Perbaikan Permukaan Acian

- Keunggulan:**
- Daya rekat (adhesion strength) tinggi pada permukaan beton maupun plester.
  - Dapat menutup celah (kosmetik) sampai dengan minimal 0,5 mm – 2,0 mm
  - Mempunyai ketahanan terhadap gesekan yang baik (dapat dilakukan pengampelasan untuk mendapat permukaan yang halus).



Kemasan:  
10 kg & 25 kg

Daya Sebar:  
± 12,5 m<sup>2</sup> / sak 25 kg / 1,5 mm





**NUSABOARD®** adalah lembaran rata kalsium silikat yang diproduksi oleh **PT. Nusantara Building Industries** sejak tahun 2006. Dibuat dari bahan baku pilihan yang berkualitas tinggi dan ramah lingkungan.

**NUSABOARD®** diproduksi dengan menerapkan teknologi **Autoclave** sehingga menghasilkan produk yang stabil dan tidak mengalami muai susut oleh kelembaban dan suhu udara.

**NUSABOARD®** sangat cocok diaplikasikan sebagai bahan plafon, partisi, dinding luar bahkan untuk panel lantai. Jenis rangka yang digunakan bisa berupa kayu atau baja.

## Ukuran Standar

✓ Metric : 2400 mm x 1200 mm      ✓ Imperial : 2440 mm x 1220 mm

## Spesifikasi

UKURAN (mm)	TEBAL (mm)	BERAT (Kg)		APLIKASI	JENIS RANGKA
		per lembar	per m <sup>2</sup>		
1000 x 1000	3	4.3	1.49	Plafon	Kayu
2400 x 1200	3.5	14.5	5.03	Plafon	Kayu
1195 x 595*		3.5	1.22		
2440 x 1220		15	5.21		
2400 x 1200	4.5	18.5	6.42	Plafon	Hollow
2440 x 1220		4.5	1.56		
		19	6.60		
2400 x 1200	6	24.5	8.51	Plafon	Hollow
2440 x 1220*		6.1	2.12	Partisi dalam	Hollow, Kayu dan Metal stud
		25	8.68		
2400 x 1200*	8	32	11.11	Partisi dalam	Metal stud
2400 x 1200	9	36	12.50	Partisi dalam	Metal stud
2440 x 1220*		38	13.19	Dinding luar	Baja
2400 x 1200*	10	40	13.88	Dinding Luar	Baja
2400 x 1200*	12	48	16.67	Dinding Luar	Baja
2440 x 1220*		51	17.71		
2400 x 1200*	20	82.7	28.72	Lantai, dak	Baja

\* Produk dibuat sesuai pemesanan

## Aksesoris

### Paku NUSABOARD®



Berfungsi untuk pengikat panel NUSABOARD® pada rangka kayu.

• ukuran 2 x 25 mm

### Sekrup NUSABOARD®



Berfungsi untuk pengikat panel NUSABOARD® pada rangka Hollow dan Metal.

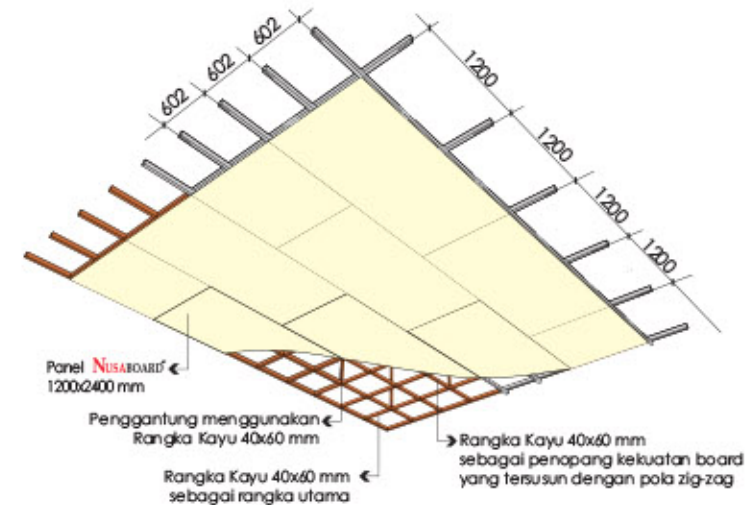
• ukuran 3.5 x 20 mm untuk plafon  
• ukuran 3.5 x 25 mm untuk partisi

### NUSA® Compound

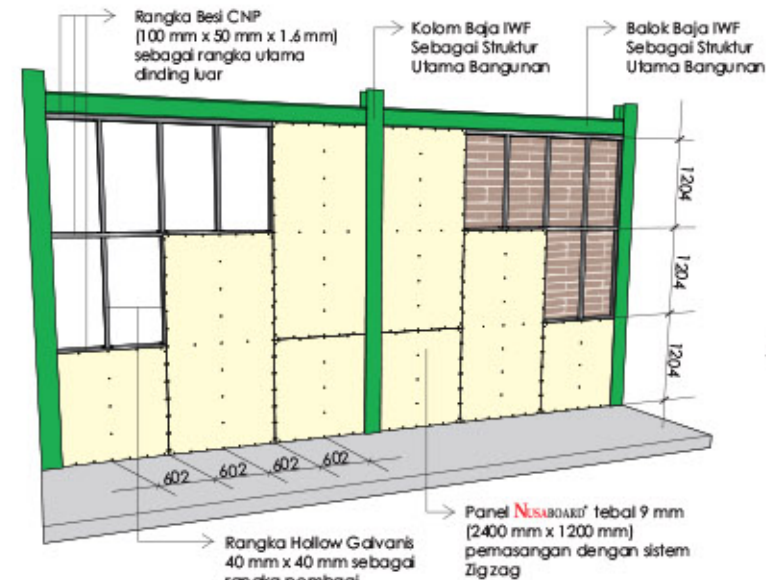


Untuk penutup sambungan antar panel.

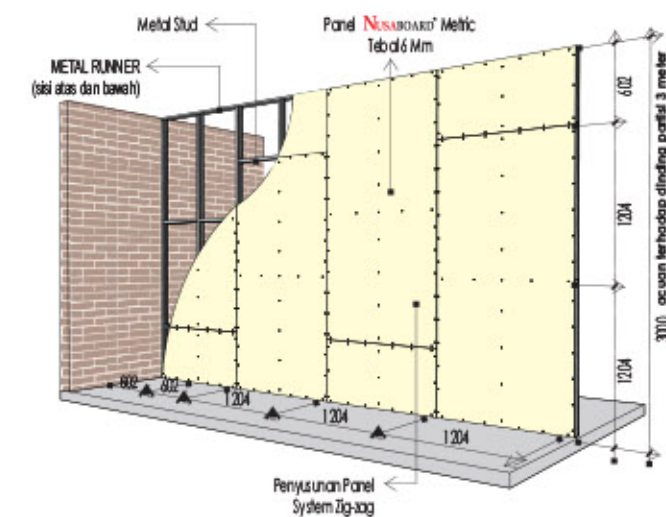
## Aplikasi Plafon Pada Rangka Kayu dan Rangka Hollow



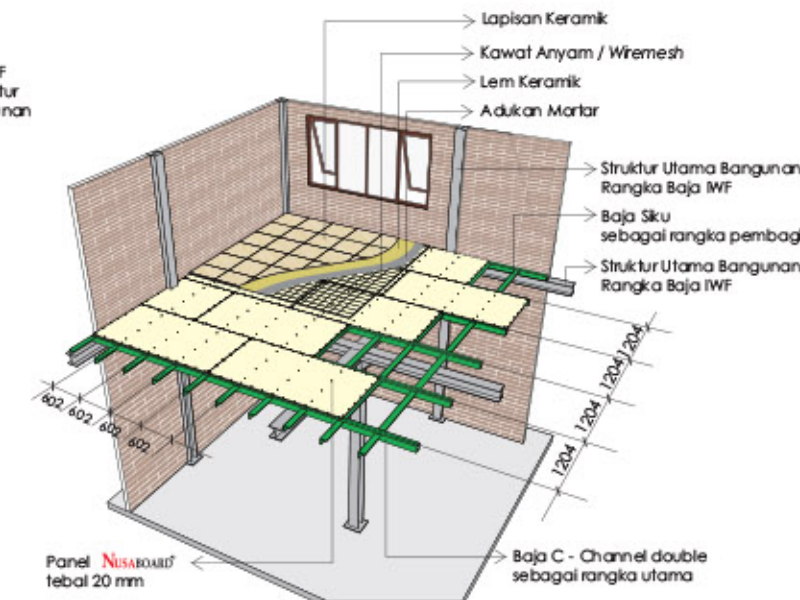
## Aplikasi Dinding Luar Pada Rangka Baja CNP



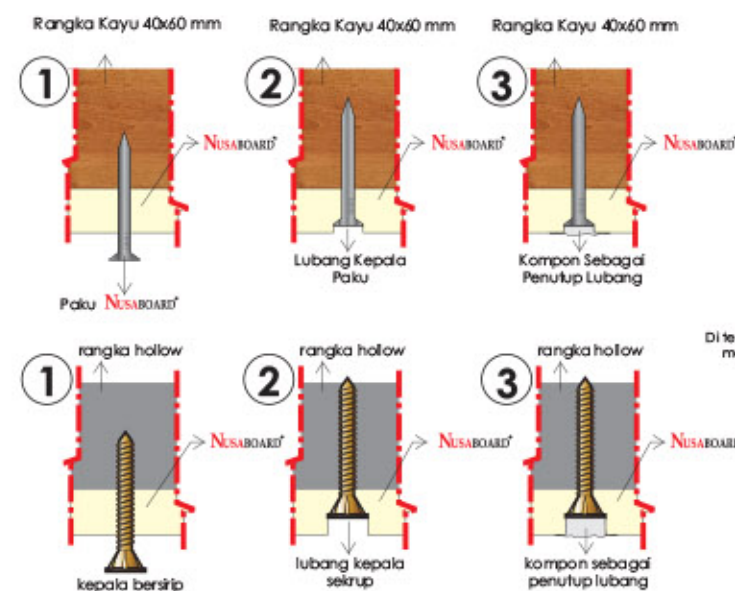
## Aplikasi Partisi Pada Rangka Metal



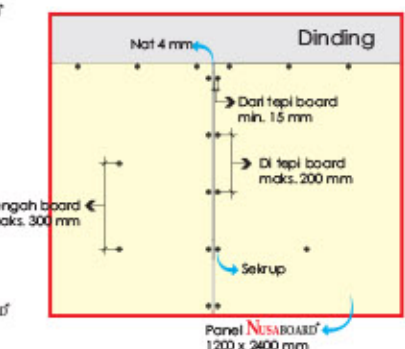
## Aplikasi Lantai Pada Rangka Baja



## Tahapan Pemakuan Dan Penyekrupan



### Detail Pemakuan Dan Penyekrupan



### Tahapan Pengomponan



kompon digunakan sebagai penutup sambungan board bagian dalam, menggunakan paper tape untuk memperkuat sambungan antar board (self adhesive)

\*Keterangan : Semua gambar menggunakan satuan mm

**TABLE: Joint Reactions**

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
229	1D + 1L	Combination	-10843,49	11481,77	48102,52	-2666,1	-10085,17	429,01
230	1D + 1L	Combination	-16730,99	-11477,44	48595,86	2301,87	-9894,36	-499,1
325	1D + 1L	Combination	-35577,93	-6473,52	192384,95	-6720,18	1220,81	-716,64
359	1D + 1L	Combination	-2464,19	3453,99	234721,58	12828,41	-1790,75	-412,87
360	1D + 1L	Combination	-9454,24	6342,4	290707,45	5422,71	-1216,35	-212,82
364	1D + 1L	Combination	-28955,71	-11591,79	468421,61	-16790,07	429,08	-531,49
365	1D + 1L	Combination	-22144,62	10934,7	391628,1	16271,92	5833,66	403,62
366	1D + 1L	Combination	13995,26	2232,45	460769,12	1132,17	799,34	-169,51
368	1D + 1L	Combination	7011,91	-2649,85	488638,83	-888,44	-284,96	55,16
396	1D + 1L	Combination	27984,54	-7972,4	383715,32	-15790,15	-789,7	385,5
399	1D + 1L	Combination	30798,52	447,68	341815,73	1978,85	-36	-481,42
405	1D + 1L	Combination	36215,95	-9556,73	161294,13	-15244,99	-9853,82	316,83
412	1D + 1L	Combination	33765,15	7019,63	156845,24	14750,15	-9317,19	-337,98
427	1D + 1L	Combination	16788,31	-12500,38	71626,75	-5328,5	-3754,85	441,9
428	1D + 1L	Combination	10530,15	-7921,31	88566,37	-299,35	-2629,81	181,07
432	1D + 1L	Combination	3405,38	-554,54	99980,63	-87,05	-5999,75	-289,19
433	1D + 1L	Combination	-792,13	3168,62	93714,95	262,88	-6941,38	12,99
437	1D + 1L	Combination	15546,44	11741,1	77210,81	5707,24	-3999,31	-366,19
438	1D + 1L	Combination	498,12	-1128,9	42357,63	1043,69	304,52	-18,94
439	1D + 1L	Combination	771,89	948,65	41385,86	-868,21	540,46	32,14
440	1D + 1L	Combination	-53334,76	12327,95	609436,73	35311,36	39486,88	1769,31
441	1D + 1L	Combination	791,34	-14933,49	625504,94	8086,8	1205,43	1506,68



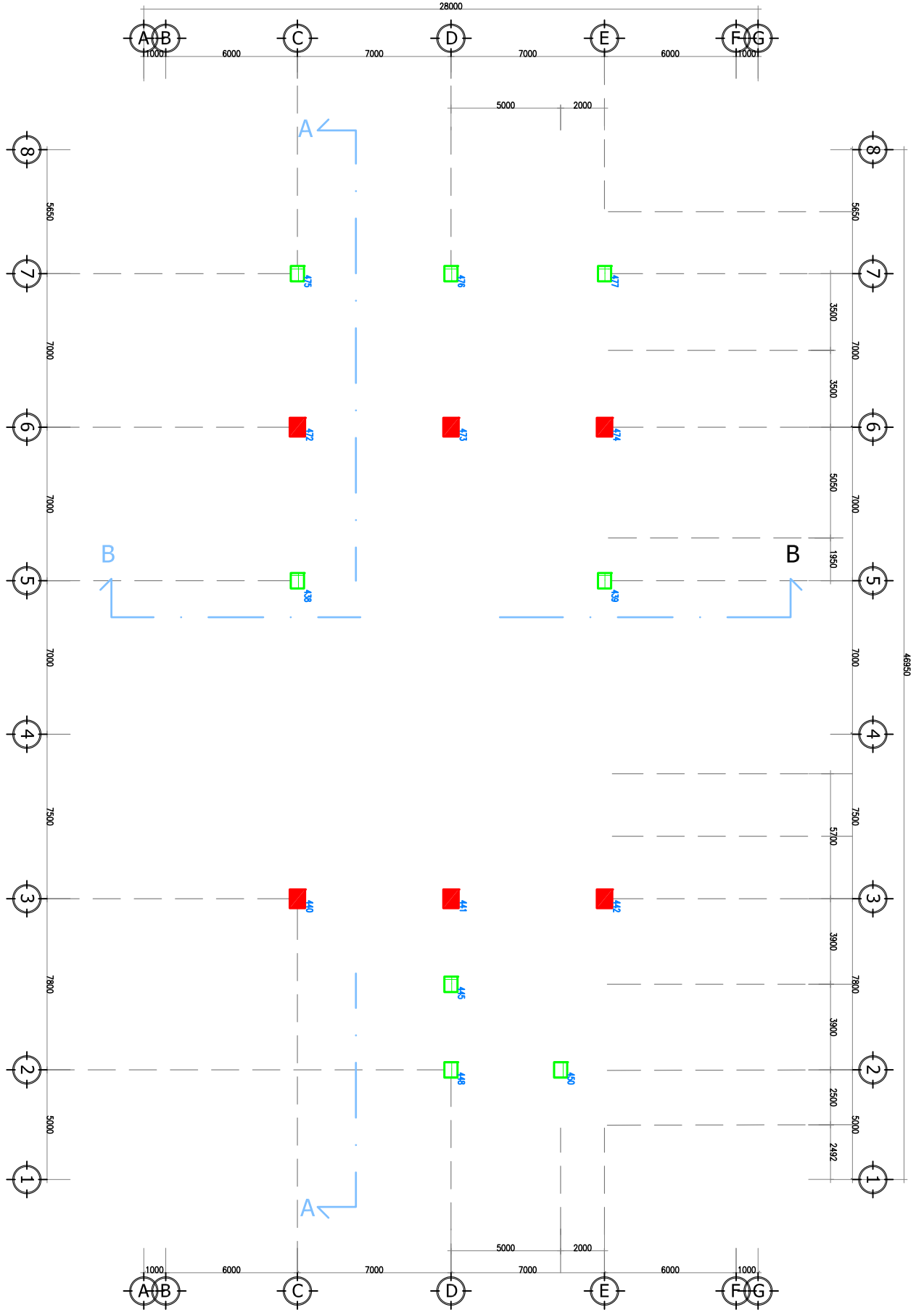
442	1D + 1L	Combination	-48198,33	13161,57	585294,33	-29268,12	9588,76	-1605,13
445	1D + 1L	Combination	-15633,31	-11107,73	122359,12	12032,2	827,15	141,1
447	1D + 1L	Combination	6442,07	2880,99	248776,82	3127,63	15085,08	-74,58
448	1D + 1L	Combination	-2106,53	12119,09	221901,59	14199,11	10256,31	-35,03
450	1D + 1L	Combination	3096,04	-3607,5	247860,97	-3851,09	5575,24	837,6
452	1D + 1L	Combination	-13801,12	482,82	176741,61	11519,45	5438,92	281,2
458	1D + 1L	Combination	739,95	-5910,88	61623,18	-995,13	3176,69	-59,48
460	1D + 1L	Combination	-11368,86	-4544,36	45711,74	-1137,1	1434,05	-69,44
465	1D + 1L	Combination	-18524,04	15813,58	108851,87	6641,74	3196,35	198,49
466	1D + 1L	Combination	678,93	4331,54	134628,55	-152,47	4380,53	-51,82
467	1D + 1L	Combination	-1632,54	-8255,23	112218,27	-3682,17	4316,75	31,1
468	1D + 1L	Combination	2677,61	-9761,18	73112,86	32,3	1079,67	237,81
469	1D + 1L	Combination	-15061,03	-13339,49	63791,43	-1271,36	4285,26	192,11
472	1D + 1L	Combination	33679,2	16860,47	580486,07	31127,1	-4645,62	-633,22
473	1D + 1L	Combination	-2009,9	4305,9	626879,7	776,93	1218,67	49,04
474	1D + 1L	Combination	41407,96	-15221,79	656748,51	-35805,78	-4592,5	949,22
475	1D + 1L	Combination	20660,26	8843,34	254455,87	18090,46	-17492,54	-496,46
476	1D + 1L	Combination	-3393,14	8460,5	291016,75	3673,94	-17950,5	-292,8
477	1D + 1L	Combination	-4944,58	-1969,75	278030,76	-13377,13	614,42	2436,18
1894	1D + 1L	Combination	-8285,21	5348,6	174037,25	5844,8	-1433,41	464,14
1991	1D + 1L	Combination	-519,26	1166,62	77812,54	635,2	43,63	-1,81
1992	1D + 1L	Combination	231,3	1077,35	76358,79	646	15,56	0,89
2025	1D + 1L	Combination	-871,85	829,96	125207,15	213,06	1325,11	-22,25
2042	1D + 1L	Combination	-1996,78	-1215,51	25162,19	-134,45	90,15	17,01

**TABLE: Joint Reactions**

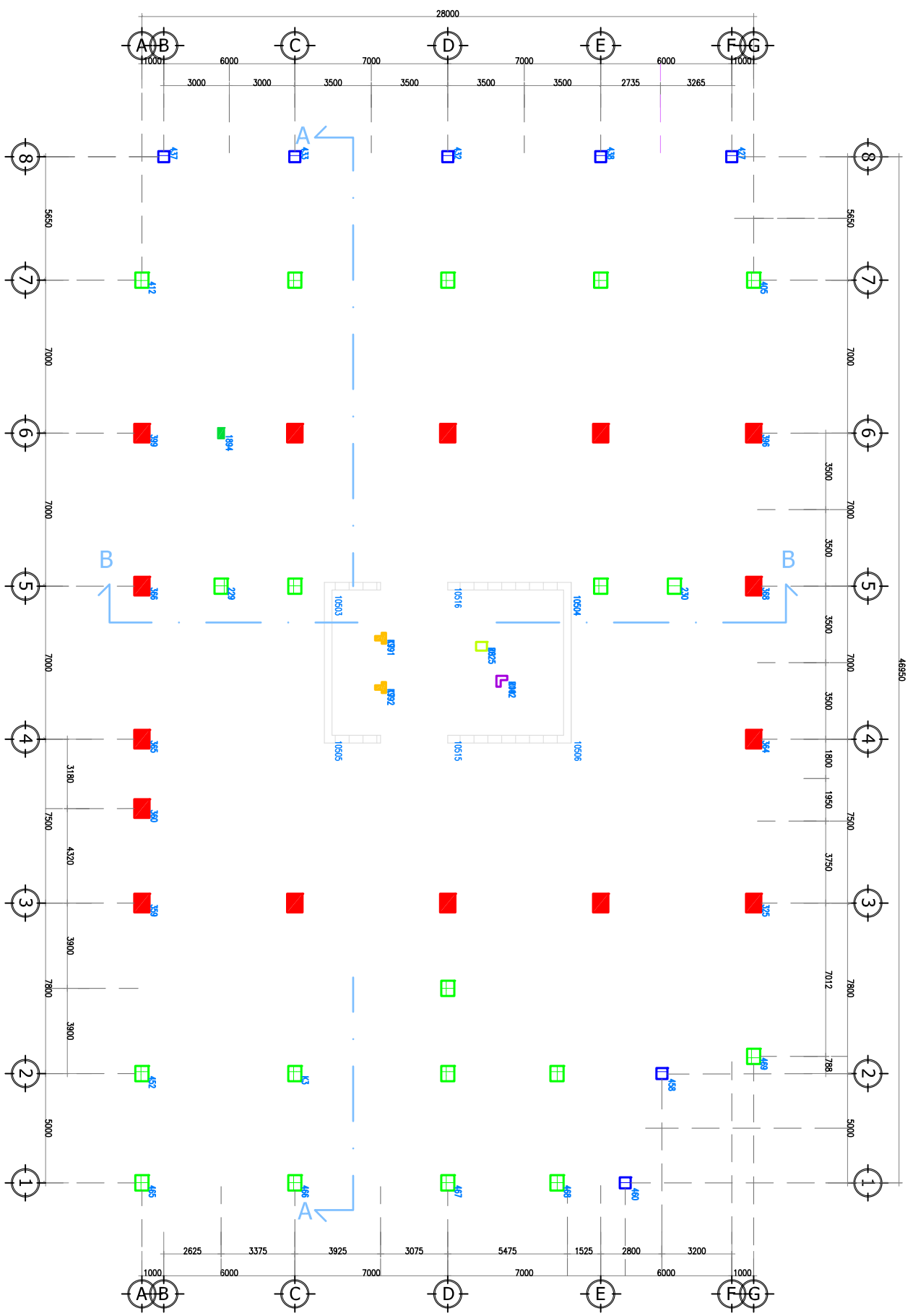
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
229	1D + 1L	Combination	-10714,87	13430,34	48202,04	-3180,47	-9905,76	442,23
230	1D + 1L	Combination	-16606,77	-13906,53	49947,4	2708,77	-10672,14	-531,5
325	1D + 1L	Combination	-34017,17	-6235,13	197914,17	-8042,96	1934,78	-770,98
359	1D + 1L	Combination	-621,15	4726,94	233360,72	13264,17	-1325,72	-370,24
360	1D + 1L	Combination	-7967,14	6412,25	289194,3	6194,12	-875,67	-165,82
364	1D + 1L	Combination	-28699,51	-10159,97	488675,31	-20223,96	781,05	-498,76
365	1D + 1L	Combination	-21136,13	10780,71	387125,85	17062,33	5965,98	393,37
366	1D + 1L	Combination	14323,17	2777,73	453960,19	1004,75	828,84	-181,28
368	1D + 1L	Combination	8505,04	-2606,44	507482,95	-1717,27	-331,15	127,37
396	1D + 1L	Combination	29048,21	-8338,76	394510,29	-16710,94	-902,88	422,13
399	1D + 1L	Combination	30169,6	1029,65	336280,82	1613,41	-126	-469,01
405	1D + 1L	Combination	36795,86	-9432,27	163591,84	-15732,58	-10096,85	301,6
412	1D + 1L	Combination	32828,48	7165,75	154361,11	14776,48	-9259,66	-313,31
427	1D + 1L	Combination	16305,3	-12838,86	73694,72	-5447,74	-3924,22	403,34
428	1D + 1L	Combination	9643,56	-8808,58	89243,22	-208,39	-3058,39	180,39
432	1D + 1L	Combination	3485,94	-1604,35	100197,08	-19,8	-6662,6	-315,94
433	1D + 1L	Combination	-970,15	2055,18	93848,49	357,92	-7406,43	5,83
437	1D + 1L	Combination	15109,53	11121,72	76320,88	5734,33	-4031,97	-360,36
438	1D + 1L	Combination	473,26	-1262,32	48754,29	1133,74	304,53	-9,32
439	1D + 1L	Combination	813,45	1246,32	54106,92	-1109,23	600,07	32,98
440	1D + 1L	Combination	-42034,12	13120	596605,77	31571,64	35393,09	1070,33
441	1D + 1L	Combination	-1910,35	-9615,87	607390,71	4603,54	-394,48	1072,01
442	1D + 1L	Combination	-39083,13	11337,91	583292,34	-23387,39	9785,94	-1386,53
445	1D + 1L	Combination	-14824,08	-10108,35	111509,05	10348,53	693,25	108,58
447	1D + 1L	Combination	4480,58	3087,46	249432,65	3680,54	15847,01	-85,61

448	1D + 1L	Combination	-1046,44	8992,47	221449,52	13535,09	9184,84	22,51
450	1D + 1L	Combination	3565,99	-4032,58	229270,34	-5292,59	3866,7	641,94
452	1D + 1L	Combination	-12410,04	1089,53	174614,15	11549,83	5638,18	232,28
458	1D + 1L	Combination	1073,82	-5747,45	63717,56	-1328,56	3701	-36,48
460	1D + 1L	Combination	-10702,12	-5113,68	45609,27	-1098,54	1551,11	-74,11
465	1D + 1L	Combination	-17434,67	15309,03	103666,8	6490,24	3247,16	179,88
466	1D + 1L	Combination	467,32	3526,42	133937,43	25,64	4492,2	-40,7
467	1D + 1L	Combination	-1714,8	-8846,66	112692,88	-3568,09	4557,59	44,5
468	1D + 1L	Combination	1426,9	-10522,79	73912,23	144,86	1372,13	217,95
469	1D + 1L	Combination	-13377,7	-13660,36	61629,05	-1282,8	4558,09	221,07
472	1D + 1L	Combination	28675,05	14731,72	561302,85	26706,75	-3765,72	-410,5
473	1D + 1L	Combination	-1675,74	5516,33	616115,22	622,31	1719	137,96
474	1D + 1L	Combination	36556,63	-10658,78	651712,26	-31684,47	-4160,19	713,27
475	1D + 1L	Combination	18521,16	7253,75	248996,46	16821,93	-16319,51	-404,47
476	1D + 1L	Combination	-2665,44	8374,51	275805,51	3236,85	-15378,23	-258,67
477	1D + 1L	Combination	-1558,67	-18,28	263851,64	-10037,89	283,58	2070,37
818	1D + 1L	Combination	-2251,4	2590,66	422459,67	3834,79	6112,71	80,92
1323	1D + 1L	Combination	-1785,56	3233,72	454138,32	284,24	-7642,8	157,89
1894	1D + 1L	Combination	-6790,1	5981,05	179888	6975,99	-1286,73	424,67
1991	1D + 1L	Combination	-789,72	2338,29	116936,18	186,93	-137,15	-2,08
1992	1D + 1L	Combination	717,15	2006,34	117215,34	125,25	143,22	14,08
2025	1D + 1L	Combination	-2600,66	-557,62	185431,4	133,41	642,7	-20,53
2042	1D + 1L	Combination	-7500,5	-6753,58	40596,22	762,19	-101,82	59,81
10503	1D + 1L	Combination	-12461,2	-4124,07	403593,45	-4493,68	-684,44	-222,64
10504	1D + 1L	Combination	-6411,99	-2932,28	526229,56	503,47	-1716,07	22,12
10505	1D + 1L	Combination	15363,74	-8237,92	459919,38	-20849,91	241,29	523,49
10506	1D + 1L	Combination	14440,5	13800,76	615704,4	20380,67	363,06	-265,43

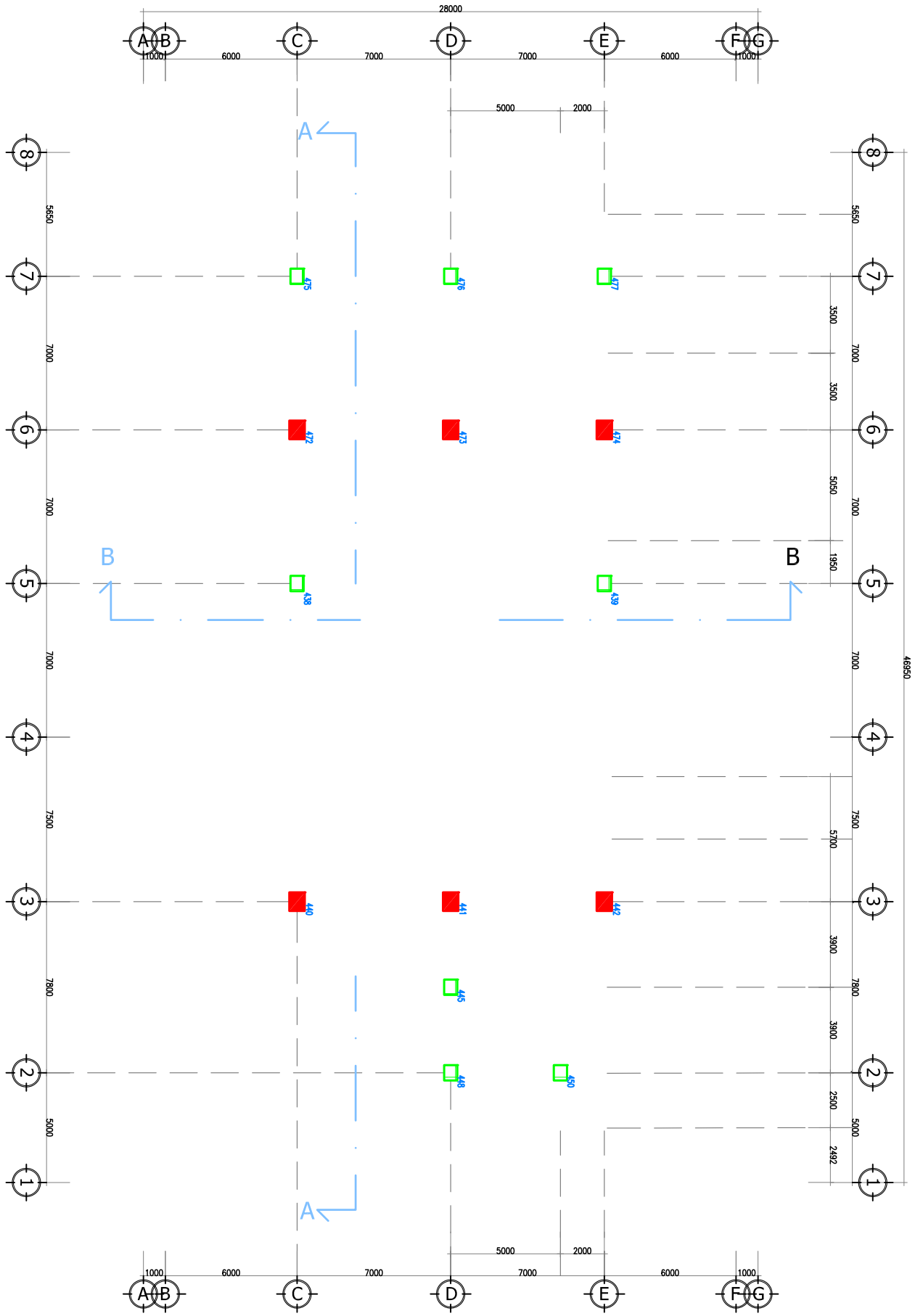
DENAH LANTAI – B3  
SKALA 1 : 250



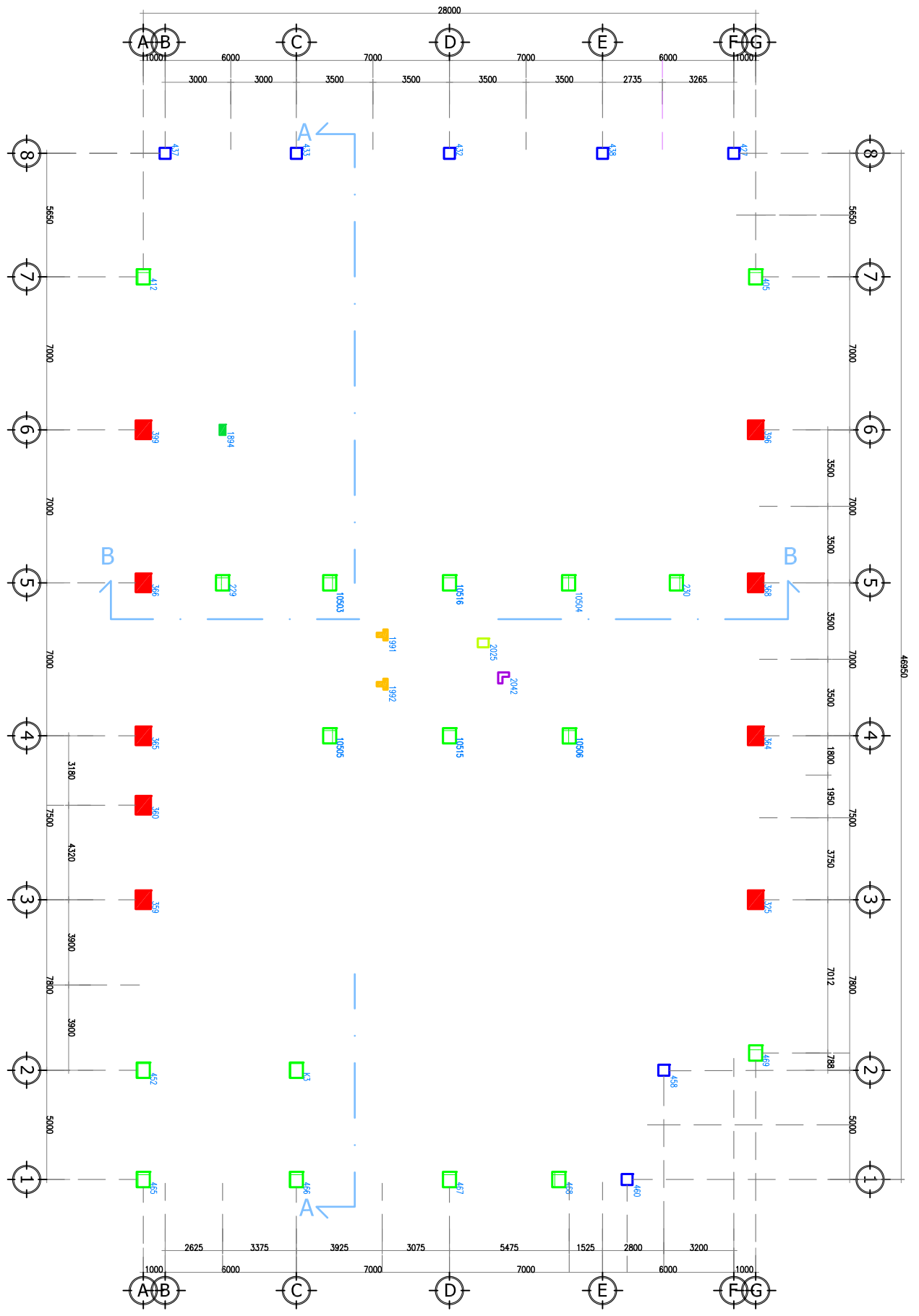
DENAH LANTAI – B2  
SKALA 1 : 250



DENAH LANTAI – B3  
SKALA 1 : 250



DENAH LANTAI – B2  
SKALA 1 : 250



# REKAPITULASI TULANGAN KOLOM SISTEM GANDA

TIPE KOLOM	DIMENSI				WILAYAH	TULANGAN LENTUR		TULANGAN GESER			TULANGAN GESER PADA HBK		
	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>D</i>	<i>x</i>		n	D	kaki	n	S	kaki	n	S
	mm	mm	mm	mm									
K1 85/70	850	700	-	-	Lapangan Tumpuan	16	22	2 4	13 13	100 100	3	13	150
K2 80/60	800	600	-	-	Lapangan Tumpuan	14	22	2 4	13 13	100 100	3	13	150
K3 70/60	700	600	-	-	Lapangan Tumpuan	12	22	2 4	13 13	100 100	3	13	150
K4 65/50	650	500	-	-	Lapangan Tumpuan	10	22	2 3	13 13	100 100	3	13	150
K5 50/50	500	500	-	-	Lapangan Tumpuan	8	22	2 3	13 13	100 100	3	13	150
K6 Ø50	-	-	500	-	Lapangan Tumpuan	6	22	2 2	10 10	200 200	-	-	-
K7 T 50;50;20	500	500	-	200	Lapangan Tumpuan	8	22	2 2	10 10	200 200	-	-	-
K8 40/50	400	500	-	-	Lapangan Tumpuan	6	22	2 5	13 13	100 100	4	13	150
K9 50/30	500	300	-	-	Lapangan Tumpuan	8	22	2 3	13 13	100 100	2	13	150
K10 L 50;50;20	500	500	-	200	Lapangan Tumpuan	7	22	2 2	10 10	200 200	-	-	-
KSP 25/25	250	250	-	-	Lapangan Tumpuan	4	16	2 2	8 8	95 95	-	-	-

rekapitulasi tulangan kolom sistem ganda



REKAPITULASI TULANGAN KOLOM SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS

TIPE KOLOM	DIMENSI				WILAYAH	TULANGAN LENTUR		TULANGAN GESER			TULANGAN GESER PADA HBK		
	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>D</i>	<i>x</i>		n	D	kaki	n	S	kaki	n	S
	mm	mm	mm	mm									
K1 85/70	850	700	-	-	Lapangan Tumpuan	16	22	2 4	13 13	100 100	3	13	150
K2 80/60	800	600	-	-	Lapangan Tumpuan	14	22	2 4	13 13	100 100	3	13	150
K3 70/60	700	600	-	-	Lapangan Tumpuan	12	22	2 4	13 13	100 100	3	13	150
K4 65/50	650	500	-	-	Lapangan Tumpuan	10	22	2 3	13 13	100 100	3	13	150
K5 50/50	500	500	-	-	Lapangan Tumpuan	8	22	2 3	13 13	100 100	3	13	150
K6 Ø50	-	-	500	-	Lapangan Tumpuan	6	22	2 2	10 10	200 200	-	-	-
K7 T 50;50;20	500	500	-	200	Lapangan Tumpuan	8	22	2 2	10 10	200 200	-	-	-
K8 40/50	400	500	-	-	Lapangan Tumpuan	6	22	2 5	13 13	100 100	4	13	150
K9 50/30	500	300	-	-	Lapangan Tumpuan	8	22	2 3	13 13	100 100	2	13	150
K10 L 50;50;20	500	500	-	200	Lapangan Tumpuan	7	22	2 2	10 10	200 200	-	-	-
KSP 25/25	250	250	-	-	Lapangan Tumpuan	4	16	2 2	8 8	95 95	-	-	-

REKAPITULASI TULANGAN BALOK SISTEM GANDA												
TIPE BALOK	DIMENSI		WILAYAH	TULANGAN PUNTIR		TULANGAN PUNTIR				TULANGAN GESER		
	<i>b</i>	<i>h</i>				TARIK		TEKAN				
	mm	mm		n	D	n	D	n	D	kaki	n	S
B3												
B 35/65	350	650	Tump Kiri	3	10	5	22	3	22	2	10	120
			Lapangan			3	22	2	22	2	10	250
			Tump Kanan			5	22	3	22	2	10	120
B 25/50	250	500	Tump Kiri	2	10	4	16	2	16	2	10	90
			Lapangan			3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			4	16	2	16	2	10	90
B2												
B 35/70	350	700	Tump Kiri	2	12	5	22	3	22	2	10	120
			Lapangan			4	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan			5	22	3	22	2	10	120
B 35/65	350	650	Tump Kiri	4	10	5	22	3	22	2	10	120
			Lapangan			3	22	2	22	2	10	250
			Tump Kanan			5	22	3	22	2	10	120
B 30/60	300	600	Tump Kiri	2	12	4	19	3	19	2	10	100
			Lapangan			4	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			4	19	3	19	2	10	100
B 25/50	250	500	Tump Kiri	2	10	4	16	2	16	2	10	90
			Lapangan			3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			4	16	2	16	2	10	90

B 25/45	250	450	Tump Kiri			4	16	2	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			4	16	2	16	2	10	90
B 25/40	250	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	10	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
B 20/40	200	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
B1												
B 35/70	350	700	Tump Kiri			5	22	3	22	2	10	120
			Lapangan	2	12	4	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan			5	22	3	22	2	10	120
B 35/65	350	650	Tump Kiri			8	22	4	22	2	10	120
			Lapangan	2	12	4	22	2	22	2	10	250
			Tump Kanan			8	22	4	22	2	10	120
B 30/60	300	600	Tump Kiri			6	19	3	19	2	10	100
			Lapangan	2	12	5	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			6	19	3	19	2	10	100
B 25/50	250	500	Tump Kiri			5	16	3	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			5	16	3	16	2	10	90
B 25/45	250	450	Tump Kiri			4	16	2	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			4	16	2	16	2	10	90

B 25/40	250	400										
			<b>Tump Kiri</b>			4	12	3	12	2	10	70
			<b>Lapangan</b>	2	10	4	12	3	12	2	10	150
			<b>Tump Kanan</b>			4	12	3	12	2	10	70
B 20/40	200	400										
			<b>Tump Kiri</b>			4	12	3	12	2	10	70
			<b>Lapangan</b>	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			<b>Tump Kanan</b>			4	12	3	12	2	10	70
<b>L</b>												
B 35/70	350	700										
			<b>Tump Kiri</b>			8	22	5	22	2	10	120
			<b>Lapangan</b>	4	12	5	22	3	22	2	10	300
			<b>Tump Kanan</b>			8	22	5	22	2	10	120
B 35/65	350	650										
			<b>Tump Kiri</b>			10	22	6	22	2	10	120
			<b>Lapangan</b>	4	10	4	22	3	22	2	10	250
			<b>Tump Kanan</b>			10	22	6	22	2	10	120
B 30/60	300	600										
			<b>Tump Kiri</b>			7	19	4	19	2	10	100
			<b>Lapangan</b>	2	12	5	19	3	19	2	10	250
			<b>Tump Kanan</b>			7	19	4	19	2	10	100
B 30/50	300	500										
			<b>Tump Kiri</b>			4	16	3	16	2	10	90
			<b>Lapangan</b>	2	10	4	16	3	16	2	10	200
			<b>Tump Kanan</b>			4	16	3	16	2	10	90
B 40/50	400	500										
			<b>Tump Kiri</b>			7	16	4	16	2	10	90
			<b>Lapangan</b>	2	12	5	16	4	16	2	10	200
			<b>Tump Kanan</b>			7	16	4	16	2	10	90
B 25/50	250	500										
			<b>Tump Kiri</b>			6	16	3	16	2	10	90
			<b>Lapangan</b>	2	10	3	16	2	16	2	10	200
			<b>Tump Kanan</b>			6	16	3	16	2	10	90

B 25/45	350	450	Tump Kiri			4	16	2	16	2	10	90
			Lapangan	2	8	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			4	16	2	16	2	10	90
B 25/40	250	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	10	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
B 20/40	200	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
B 20/30	200	300	Tump Kiri			3	12	2	12	2	10	60
			Lapangan	2	8	3	12	2	12	2	10	120
			Tump Kanan			3	12	2	12	2	10	60
MEZANINE												
B 35/70	350	700	Tump Kiri			9	22	5	22	2	10	120
			Lapangan	4	13	5	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan			9	22	5	22	2	10	120
B 35/65	300	600	Tump Kiri			5	22	3	22	2	10	120
			Lapangan	4	10	3	22	2	22	2	10	250
			Tump Kanan			5	22	3	22	2	10	120
B 35/60	350	600	Tump Kiri			5	19	3	19	2	10	100
			Lapangan	4	10	4	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			5	19	3	19	2	10	100
B 30/60	300	600	Tump Kiri			10	19	5	19	2	10	100
			Lapangan	4	10	6	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			10	19	5	19	2	10	100

B 25/50	250	500	Tump Kiri			8	16	4	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	4	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			8	16	4	16	2	10	90
B 20/40	200	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
LANTAI 1												
B 35/70	350	700	Tump Kiri			9	22	5	22	2	10	120
			Lapangan	4	12	6	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan			9	22	5	22	2	10	120
B 30/60	300	600	Tump Kiri			11	19	6	19	2	10	100
			Lapangan	4	10	5	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			11	19	6	19	2	10	100
B 25/50	250	500	Tump Kiri			8	16	4	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			8	16	4	16	2	10	90
B 25/45	250	450	Tump Kiri			6	16	3	16	2	10	90
			Lapangan	2	8	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			6	16	3	16	2	10	90
B 20/40	200	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
LANTAI 2												
B 35/70	350	700	Tump Kiri			8	22	4	22	2	10	120
			Lapangan	4	10	4	22	3	22	2	10	300

B 30/60	300	600			Tump Kanan			8	22	4	22	2	10	120
					Tump Kiri			10	19	6	19	2	10	100
					Lapangan	4	10	4	19	3	19	2	10	250
B 25/50 SP	250	500			Tump Kanan			10	19	6	19	2	10	100
					Tump Kiri			6	19	3	19	2	10	90
					Lapangan	2	10	3	19	2	19	2	10	200
B 25/45	250	450			Tump Kanan			6	19	3	19	2	10	90
					Tump Kiri			6	16	3	16	2	10	90
					Lapangan	2	8	3	16	2	16	2	10	150
B 20/40	200	400			Tump Kanan			6	16	3	16	2	10	90
					Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
					Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
Tump Kanan														
LANTAI M/E														
B 35/70	350	700			Tump Kiri			7	22	5	22	2	10	120
					Lapangan	4	12	4	22	3	22	2	10	300
					Tump Kanan			7	22	5	22	2	10	120
B 30/60	300	600			Tump Kiri			8	19	4	19	2	10	100
					Lapangan	2	10	4	19	3	19	2	10	250
					Tump Kanan			8	19	4	19	2	10	100
B 25/50	250	500			Tump Kiri			8	16	4	16	2	10	90
					Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	200
					Tump Kanan			8	16	4	16	2	10	90
B 20/40	200	400			Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
					Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150

B 20/30	200	300	Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70		
			Tump Kiri					3	12	2	12	2	10	60
			Lapangan			2	8	3	12	2	12	2	10	120
			Tump Kanan					3	12	2	12	2	10	60
LANTAI 3														
B 35/70	350	700	Tump Kiri					8	22	5	22	2	10	120
			Lapangan			4	12	5	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan					8	22	5	22	2	10	120
B 30/60	300	600	Tump Kiri					10	19	7	19	2	10	100
			Lapangan			2	12	5	19	4	19	2	10	250
			Tump Kanan					10	19	7	19	2	10	100
B 25/50	250	500	Tump Kiri					6	16	3	16	2	10	90
			Lapangan			2	10	3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan					6	16	3	16	2	10	90
B 20/40	200	400	Tump Kiri					4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan			2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan					4	12	3	12	2	10	70
B 20/30	200	300	Tump Kiri					3	12	2	12	2	10	60
			Lapangan			2	8	3	12	2	12	2	10	120
			Tump Kanan					3	12	2	12	2	10	60
LANTAI 4 S/D RT														
B 35/70	350	700	Tump Kiri					9	22	5	22	2	10	120
			Lapangan			4	12	5	22	3	22	2	10	250
			Tump Kanan					9	22	5	22	2	10	120
B 30/60	300	600	Tump Kiri					10	19	5	19	2	10	100



B 25/50	250	500	Lapangan	2	12	4	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			10	19	5	19	2	10	100
			Tump Kiri			6	16	3	16	2	10	90
B 20/40	200	400	Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			6	16	3	16	2	10	90
			Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
B 20/30	200	300	Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
			Tump Kiri			5	12	3	12	2	10	60
			Lapangan	2	8	3	12	2	12	0	0	0
			Tump Kanan			5	12	3	12	2	10	60
			LANTAI MESIN LIFT									
B lift 25/40												
			Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70

REKAPITULASI TULANGAN BALOK SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS												
TIPE BALOK	DIMENSI		WILAYAH	TULANGAN PUNTIR		TULANGAN PUNTIR				TULANGAN GESER		
	<i>b</i>	<i>h</i>				TARIK		TEKAN				
	mm	mm		n	D	n	D	n	D	kaki	n	S
B3												
B 35/65	350	650	Tump Kiri	4	10	5	22	3	22	2	10	120
			Lapangan			3	22	2	22	2	10	250
			Tump Kanan			5	22	3	22	2	10	120
B 25/50	250	500	Tump Kiri	2	10	5	16	3	16	2	10	90
			Lapangan			3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			5	16	3	16	2	10	90
B2												
B 35/70	350	700	Tump Kiri	2	12	5	22	3	22	2	10	120
			Lapangan			4	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan			5	22	3	22	2	10	120
B 35/65	350	650	Tump Kiri	4	10	6	22	3	22	2	10	120
			Lapangan			3	22	2	22	2	10	250
			Tump Kanan			6	22	3	22	2	10	120
B 30/60	300	600	Tump Kiri	2	12	4	19	3	19	2	10	100
			Lapangan			4	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			4	19	3	19	2	10	100
B 25/50	250	500	Tump Kiri	2	10	4	16	2	16	2	10	90
			Lapangan			3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			4	16	2	16	2	10	90

B 25/45	250	450	Tump Kiri			4	16	2	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			4	16	2	16	2	10	90
B 25/40	250	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	10	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
B 20/40	200	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
B1												
B 35/70	350	700	Tump Kiri			5	22	3	22	2	10	120
			Lapangan	4	10	4	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan			5	22	3	22	2	10	120
B 35/65	350	650	Tump Kiri			9	22	5	22	2	10	120
			Lapangan	2	12	4	22	3	22	2	10	250
			Tump Kanan			9	22	5	22	2	10	120
B 30/60	300	600	Tump Kiri			6	19	3	19	2	10	100
			Lapangan	2	12	5	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			6	19	3	19	2	10	100
B 25/50	250	500	Tump Kiri			5	16	3	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			5	16	3	16	2	10	90
B 25/45	250	450	Tump Kiri			4	16	2	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			4	16	2	16	2	10	90

B 25/40	250	400										
			Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	10	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
B 20/40	200	400										
			Tump Kiri			6	16	3	16	2	10	70
			Lapangan	2	8	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			6	16	3	16	2	10	70
L												
B 35/70	350	700										
			Tump Kiri			8	22	5	22	2	10	120
			Lapangan	4	12	5	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan			8	22	5	22	2	10	120
B 35/65	350	650										
			Tump Kiri			10	22	6	22	2	10	120
			Lapangan	4	10	4	22	3	22	2	10	250
			Tump Kanan			10	22	6	22	2	10	120
B 30/60	300	600										
			Tump Kiri			7	19	4	19	2	10	100
			Lapangan	2	12	5	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			7	19	4	19	2	10	100
B 30/50	300	500										
			Tump Kiri			4	16	3	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	4	16	3	16	2	10	200
			Tump Kanan			4	16	3	16	2	10	90
B 40/50	400	500										
			Tump Kiri			7	16	4	16	2	10	90
			Lapangan	2	12	5	16	4	16	2	10	200
			Tump Kanan			7	16	4	16	2	10	90
B 25/50	250	500										
			Tump Kiri			6	16	3	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			6	16	3	16	2	10	90

B 25/45	350	450	Tump Kiri			4	16	2	16	2	10	90
			Lapangan	2	8	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			4	16	2	16	2	10	90
B 25/40	250	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	10	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
B 20/40	200	400	Tump Kiri			6	16	3	16	2	10	70
			Lapangan	2	8	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			6	16	3	16	2	10	70
B 20/30	200	300	Tump Kiri			3	12	2	12	2	10	60
			Lapangan	2	8	3	12	2	12	2	10	120
			Tump Kanan			3	12	2	12	2	10	60
MEZANINE												
B 35/70	350	700	Tump Kiri			9	22	5	22	2	10	120
			Lapangan	4	12	5	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan			9	22	5	22	2	10	120
B 35/65	300	600	Tump Kiri			5	22	3	22	2	10	120
			Lapangan	4	10	3	22	2	22	2	10	250
			Tump Kanan			5	22	3	22	2	10	120
B 35/60	350	600	Tump Kiri			5	19	3	19	2	10	100
			Lapangan	3	10	4	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			5	19	3	19	2	10	100
B 30/60	300	600	Tump Kiri			10	19	5	19	2	10	100
			Lapangan	2	10	6	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			10	19	5	19	2	10	100

B 25/50	250	500	Tump Kiri			8	16	4	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	4	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			8	16	4	16	2	10	90
B 20/40	200	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
LANTAI 1												
B 35/70	350	700	Tump Kiri			10	22	6	22	2	10	120
			Lapangan	4	12	6	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan			10	22	6	22	2	10	120
B 30/60	300	600	Tump Kiri			12	19	7	19	2	10	100
			Lapangan	4	10	5	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			12	19	7	19	2	10	100
B 25/50	250	500	Tump Kiri			9	16	5	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	4	16	3	16	2	10	200
			Tump Kanan			9	16	5	16	2	10	90
B 25/45	250	450	Tump Kiri			7	16	4	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			7	16	4	16	2	10	90
B 20/40	200	400	Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
LANTAI 2												
B 35/70	350	700	Tump Kiri			8	22	4	22	2	10	120
			Lapangan	4	10	4	22	3	22	2	10	300

rekapitulasi tulangan balok sistem rangka pemikul momen khusus

B 30/60	300	600	Tump Kanan			8	22	4	22	2	10	120
			Tump Kiri			11	19	7	19	2	10	100
			Lapangan	3	10	4	19	3	19	2	10	250
B 25/50 SP	250	500	Tump Kanan			11	19	7	19	2	10	100
			Tump Kiri			7	19	4	19	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	19	2	19	2	10	200
B 25/45	250	450	Tump Kanan			7	19	4	19	2	10	90
			Tump Kiri			7	16	4	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	150
B 20/40	200	400	Tump Kanan			7	16	4	16	2	10	90
			Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	8	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70
LANTAI M/E												
B 35/70	350	700										
B 30/60	300	600	Tump Kiri			8	22	5	22	2	10	120
			Lapangan	4	10	4	22	3	22	2	10	300
			Tump Kanan			8	22	5	22	2	10	120
B 25/50	250	500	Tump Kiri			8	19	4	19	2	10	100
			Lapangan	2	10	4	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			8	19	4	19	2	10	100
B 20/40	200	400	Tump Kiri			9	16	5	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	4	16	3	16	2	10	200
			Tump Kanan			9	16	5	16	2	10	90
B 20/40	200	400	Tump Kiri			6	16	3	16	2	10	70
			Lapangan	2	8	3	16	2	16	2	10	150

rekapitulasi tulangan balok sistem rangka pemikul momen khusus

B 20/30	200	300	Tump Kanan		6	16	3	16	2	10	70		
			Tump Kiri										
			Lapangan		2	8	3	12	2	10	120		
			Tump Kanan				3	12	2	12	2	10	60
LANTAI 3													
B 35/70	350	700	Tump Kiri										
			Lapangan		4	12	9	22	6	22	2	10	120
			Tump Kanan				5	22	3	22	2	10	300
B 30/60	300	600	Tump Kanan				9	22	6	22	2	10	120
			Tump Kiri										
			Lapangan		2	12	12	19	6	19	2	10	100
B 25/50	250	500	Tump Kanan				5	19	4	19	2	10	250
			Tump Kiri				12	19	6	19	2	10	100
			Lapangan										
B 20/40	200	400	Tump Kanan				7	16	4	16	2	10	90
			Tump Kiri		2	10	3	16	2	16	2	10	200
			Lapangan				7	16	4	16	2	10	90
B 20/30	200	300	Tump Kiri				6	16	3	16	2	10	70
			Lapangan		2	8	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan				6	16	3	16	2	10	70
B 20/30	200	300	Tump Kiri				3	12	2	12	2	10	60
			Lapangan		2	8	3	12	2	12	2	10	120
			Tump Kanan				3	12	2	12	2	10	60
LANTAI 4 S/D RT													
B 35/70	350	700	Tump Kiri				9	22	5	22	2	10	120
			Lapangan		4	10	5	22	3	22	2	10	250
			Tump Kanan				9	22	5	22	2	10	120
B 30/60	300	600	Tump Kiri				11	19	6	19	2	10	100



B 25/50	250	500	Lapangan	4	10	4	19	3	19	2	10	250
			Tump Kanan			11	19	6	19	2	10	100
B 20/40	200	400	Tump Kiri			6	16	3	16	2	10	90
			Lapangan	2	10	3	16	2	16	2	10	200
			Tump Kanan			6	16	3	16	2	10	90
B 20/30	200	300	Tump Kiri			6	16	3	16	2	10	70
			Lapangan	2	8	3	16	2	16	2	10	150
			Tump Kanan			6	16	3	16	2	10	70
			Tump Kiri			5	12	3	12	2	10	60
			Lapangan	2	8	3	12	2	12	0	0	0
			Tump Kanan			5	12	3	12	2	10	60
LANTAI MESIN LIFT												
B lift 25/40												
			Tump Kiri			4	12	3	12	2	10	70
			Lapangan	2	10	4	12	3	12	2	10	150
			Tump Kanan			4	12	3	12	2	10	70

**GEDUNG SISTEM GANDA**

**PERHITUNGAN VOLUME BETON**

URAIAN PEKERJAAN	DIMENSI					JUMLAH	VOLUME
	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>r</i>	<i>t<sub>b</sub></i>	<i>L</i>		
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
LANTAI B3							
KOLOM							
K1 (70/85)	0,7	0,85			3	6	10,710
K3 (60/70)	0,6	0,7			3	8	10,080
J U M L A H							20,7900
BALOK							
B 35/65	0,35	0,65			7	11	17,518
	0,35	0,65			5	3	3,413
	0,35	0,65			2,825	1	0,643
B 25/50	0,35	0,65			5,05	3	3,447
	0,35	0,65			5,7	3	3,890
	0,25	0,5			7	10	8,750
	0,25	0,5			2,825	1	0,353
	0,25	0,5			2	3	0,750
	0,25	0,5			2,5	2	0,625
	0,25	0,5			5,05	2	1,263
	0,25	0,5			5,7	3	2,138
	J U M L A H						

<b>LANTAI B2</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3	2	11,498
SW 2	7		0,35	3	1	7,350
SW 3	7		0,35	3	1	7,350
SW 4		2,350	0,35	3	2	4,935
<b>J U M L A H</b>						<b>31,1325</b>
<b>KOLOM</b>						
K1 (70/85)	0,7	0,85		3	15	26,775
K3 (60/70)	0,6	0,7		3	19	23,940
K5 (50/50)	0,5	0,5		3	7	5,250
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3	2	0,960
K8 (40/50)	0,4	0,5		3	1	0,600
K9 (30/50)	0,3	0,5		3	1	0,450
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3	1	0,480
<b>J U M L A H</b>						<b>58,4550</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		7	2	3,430
	0,35	0,7		8,525	2	4,177
B 35/65	0,35	0,65		6	2	2,730
	0,35	0,65		5	1	1,138
	0,35	0,65		5,05	2	2,298
	0,35	0,65		5,7	2	2,594
	0,35	0,65		7	24	38,220
	0,35	0,65		7,5	2	3,413
	0,35	0,65		7,8	4	7,098
	0,35	0,65		7,0016	1	1,593
B 30/60	0,3	0,6		7	1	1,260
B 25/50	0,25	0,5		5,65	9	6,356
	0,25	0,5		2,825	1	0,353
	0,25	0,5		6	2	1,500

	0,25	0,5	7	21	18,375
	0,25	0,5	1,95	6	1,463
	0,25	0,5	1,8	3	0,675
	0,25	0,5	7,5	2	1,875
	0,25	0,5	7,8	3	2,925
	0,25	0,5	5	2	1,250
B 25/45	0,25	0,45	5	6	3,375
	0,25	0,45	3,1227	1	0,351
	0,25	0,45	2,5	1	0,281
	0,25	0,45	2,8	1	0,315
	0,25	0,45	2,6369	2	0,593
	0,25	0,45	4,2734	1	0,481
B 25/40	0,25	0,4	3,625	1	0,363
	0,25	0,4	3,375	1	0,338
	0,25	0,4	3,5	2	0,700
	0,25	0,4	5	1	0,500
	0,25	0,4	3,9614	1	0,396
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	2	0,500
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
	<b>J U M L A H</b>				<b>113,5920</b>

<b>LANTAI B1</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3,35	2	12,839
SW 2	7		0,35	3,35	1	8,208
SW 3	7		0,35	3,35	1	8,208
SW 4		2,350	0,35	3,35	2	5,511
<b>J U M L A H</b>						<b>34,7646</b>
<b>KOLOM</b>						
K1 (70/85)	0,7	0,85		3,35	15	29,899
K2 (60/80)	0,6	0,8		3,35	1	1,608
K3 (60/70)	0,6	0,7		3,35	14	19,698
K5 (50/50)	0,5	0,5		3,35	2	1,675
K6 (Ø50)			0,5	3,35	5	3,289
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,35	2	1,072
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,35	1	0,670
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,35	1	0,503
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,35	1	0,536
<b>J U M L A H</b>						<b>58,9491</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		7	4	6,860
	0,35	0,7		8,525	2	4,177
B 35/65	0,35	0,65		6	2	2,730
	0,35	0,65		7	20	31,850
	0,35	0,65		7,5	4	6,825
	0,35	0,65		7,8	3	5,324
	0,35	0,65		7,0016	1	1,593
B 30/60	0,3	0,6		7	2	2,520
	0,3	0,6		7,5	1	1,350
	0,3	0,6		5	1	0,900
B 25/50	0,25	0,5		5,65	9	6,356
	0,25	0,5		6	2	1,500

	0,25	0,5	7	25	21,875
	0,25	0,5	3,625	6	2,719
	0,25	0,5	1,525	2	0,381
	0,25	0,5	7,5	4	3,750
	0,25	0,5	7,8	2	1,950
	0,25	0,5	4,8	1	0,600
	0,25	0,5	4,2	1	0,525
	0,25	0,5	5	2	1,250
	0,25	0,5	3,375	2	0,844
	0,25	0,5	3,9	2	0,975
B 25/45	0,25	0,45	5	6	3,375
	0,25	0,45	3,1227	1	0,351
	0,25	0,45	4,8	1	0,540
	0,25	0,45	2,6369	2	0,593
	0,25	0,45	4,2734	1	0,481
B 25/40	0,25	0,4	3,625	1	0,363
	0,25	0,4	3,375	1	0,338
	0,25	0,4	3,5	2	0,700
	0,25	0,4	5	1	0,500
	0,25	0,4	3,9614	1	0,396
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	2	0,500
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
	<b>J U M L A H</b>				<b>117,6681</b>

<b>LANTAI LOBBY</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	2,95	2	11,306
SW 2	7		0,35	2,95	1	7,228
SW 3	7		0,35	2,95	1	7,228
SW 4		2,350	0,35	2,95	2	4,853
<b>J U M L A H</b>						<b>30,6136</b>
<b>KOLOM</b>						
K1 (70/85)	0,7	0,85		2,95	14	24,574
K2 (60/80)	0,6	0,8		2,95	1	1,416
K3 (60/70)	0,6	0,7		2,95	13	16,107
K6 (Ø50)			0,5	2,95	5	2,896
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	2,95	2	0,944
K8 (40/50)	0,4	0,5		2,95	1	0,590
K9 (30/50)	0,3	0,5		2,95	1	0,443
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	2,95	1	0,472
<b>J U M L A H</b>						<b>47,4412</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 35/65	0,35	0,65		7	10	15,925
	0,35	0,65		7,0116	1	1,595
	0,35	0,65		7,5	1	1,706
	0,35	0,65		7,8	3	5,324
B 30/60	0,3	0,6		7	19	23,940
	0,3	0,6		7,5	4	5,400
	0,3	0,6		3,625	1	0,653
	0,3	0,6		5	1	0,900
B 30/50	0,3	0,5		6	2	1,800
B 40/50	0,4	0,5		7	2	2,800
B 25/50	0,25	0,5		7	22	19,250
	0,25	0,5		7,5	4	3,750

	0,25	0,5	7,8	2	1,950
	0,25	0,5	5,65	9	6,356
	0,25	0,5	5	6	3,750
	0,25	0,5	8,525	2	2,131
	0,25	0,5	4,2	1	0,525
	0,25	0,5	4,8	1	0,600
	0,25	0,5	3,375	1	0,422
	0,25	0,5	3,625	1	0,453
B 25/45	0,25	0,45	5	2	1,125
	0,25	0,45	3,1227	1	0,351
	0,25	0,45	4,8	1	0,540
	0,25	0,45	5,2738	1	0,593
	0,25	0,45	4,2734	1	0,481
B 25/40	0,25	0,4	3,625	1	0,363
	0,25	0,4	3,375	1	0,338
	0,25	0,4	3,5	2	0,700
	0,25	0,4	5	1	0,500
	0,25	0,4	3,9614	1	0,396
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	2	0,500
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3	6	2	0,720
	0,2	0,3	7	2	0,840
<b>J U M L A H</b>					<b>117,7089</b>



<u>LANTAI MEZANINE</u>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3	2	11,498
SW 2	7		0,35	3	1	7,350
SW 3	7		0,35	3	1	7,350
SW 4		2,350	0,35	3	2	4,935
<b>J U M L A H</b>						<b>31,1325</b>
<b>KOLOM</b>						
K2 (60/80)	0,6	0,8		3	15	21,600
K3 (60/70)	0,6	0,7		3	13	16,380
K6 (Ø50)			0,5	3	5	2,945
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3	2	0,960
K8 (40/50)	0,4	0,5		3	1	0,600
K9 (30/50)	0,3	0,5		3	1	0,450
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3	1	0,480
<b>J U M L A H</b>						<b>43,4152</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 35/65	0,35	0,65		7	3	4,778
	0,35	0,65		7,5	1	1,706
	0,35	0,65		4	1	0,910
B 35/60	0,3	0,6		7	2	2,520
B 30/60	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		7	2	2,520
	0,3	0,6		3,5	2	1,260
	0,3	0,6		1,8	1	0,324
B 25/50	0,25	0,5		7	5	4,375
	0,25	0,5		3,375	2	0,844
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	4	3,750
	0,25	0,5		4	1	0,500

B 20/40	0,25	0,5	3,5	3	1,313
	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	2	0,500
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
	0,2	0,4	3	1	0,240
	J U M L A H				42,75275

---

<b>LANTAI 1</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	4,55	2	17,438
SW 2	7		0,35	4,55	1	11,148
SW 3	7		0,35	4,55	1	11,148
SW 4		2,350	0,35	4,55	2	7,485
<b>J U M L A H</b>						<b>47,2176</b>
<b>KOLOM</b>						
K2 (60/80)	0,6	0,8		4,55	15	32,760
K3 (60/70)	0,6	0,7		4,55	8	15,288
K4 (50/65)	0,65	0,7		4,55	5	10,351
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	4,55	2	1,456
K8 (40/50)	0,4	0,5		4,55	1	0,910
K9 (30/50)	0,3	0,5		4,55	1	0,683
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	4,55	1	0,728
<b>J U M L A H</b>						<b>62,1758</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
	0,35	0,7		7,8	4	7,644
B 30/60	0,3	0,6		7	30	37,800
	0,3	0,6		7,5	4	5,400
	0,3	0,6		6	2	2,160
	0,3	0,6		5,65	5	5,085
	0,3	0,6		1,8	1	0,324
	0,3	0,6		3,625	1	0,653
B 25/50	0,25	0,5		4,1	4	2,050
	0,25	0,5		7	18	15,750
	0,25	0,5		7,5	4	3,750
	0,25	0,5		7,8	3	2,925
	0,25	0,5		4,85	2	1,213
	0,25	0,5		5	4	2,500

	0,25	0,5	4	2	1,000
	0,25	0,5	8,525	2	2,131
	0,25	0,5	3,375	1	0,422
	0,25	0,5	3,5	1	0,438
	0,25	0,5	1,525	2	0,381
	0,25	0,5	1,95	1	0,244
B 25/45	0,25	0,45	5	3	1,688
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	2	0,500
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
	0,2	0,4	3	1	0,240
	J U M L A H				105,3286

<b>LANTAI 2</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	4,55	2	17,438
SW 2	7		0,35	4,55	1	11,148
SW 3	7		0,35	4,55	1	11,148
SW 4		2,350	0,35	4,55	2	7,485
<b>J U M L A H</b>						<b>47,2176</b>
<b>KOLOM</b>						
K3 (60/70)	0,6	0,7		4,55	19	36,309
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	4,55	2	1,456
K8 (40/50)	0,4	0,5		4,55	1	0,910
K9 (30/50)	0,3	0,5		4,55	1	0,683
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	4,55	1	0,728
KSP (25/25)	0,25	0,25		0,55	3	0,103
KSP (25/25)	0,25	0,25		0,65	3	0,122
<b>J U M L A H</b>						<b>40,3105</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
	0,35	0,7		7,8	4	7,644
B 30/60	0,3	0,6		7	36	45,360
	0,3	0,6		7,5	4	5,400
	0,3	0,6		6	2	2,160
	0,3	0,6		3,375	1	0,608
	0,3	0,6		1,8	1	0,324
B 25/50	0,25	0,5		4,85	2	1,213
	0,25	0,5		5,325	2	1,331
	0,25	0,5		7	18	15,750
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		4	2	1,000
	0,25	0,5		7,5	4	3,750
	0,25	0,5		3,5	4	1,750

	0,25	0,5	3,375	1	0,422
	0,25	0,5	4,3	3	1,613
	0,25	0,5	2,85	6	2,138
	0,25	0,5	2,15	6	1,613
	0,25	0,5	2	1	0,250
B 25/45	0,25	0,45	5	2	1,125
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	2	0,500
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
	0,2	0,4	3	1	0,240
	J U M L A H				107,3524

---

<u>LANTAIM/E</u>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	2,8	2	10,731
SW 2	7		0,35	2,8	1	6,860
SW 3	7		0,35	2,8	1	6,860
SW 4		2,350	0,35	2,8	2	4,606
<b>J U M L A H</b>						<b>29,0570</b>
<b>KOLOM</b>						
K3 (60/70)	0,6	0,7		2,8	19	22,344
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	2,8	2	0,896
K8 (40/50)	0,4	0,5		2,8	1	0,560
K9 (30/50)	0,3	0,5		2,8	1	0,420
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	2,8	1	0,448
<b>J U M L A H</b>						<b>24,6680</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	12	15,120
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
B 20/40	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>53,3268</b>

LANTAI 3						
SHEARWALL						
SW 1		5,475	0,35	3,5	2	13,414
SW 2	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 3	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 4		2,350	0,35	3,5	2	5,758
J U M L A H						36,5215
KOLOM						
K3 (60/70)	0,6	0,7		3,5	13	19,110
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
J U M L A H						22,0150
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	22	27,720
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		6	2	2,160
	0,3	0,6		3,625	1	0,653
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,3	0,6		4,32	1	0,778
	0,25	0,5		7	18	15,750
	0,25	0,5		2,425	2	0,606
	0,25	0,5		7,5	3	2,813
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,375	2	0,844
	0,25	0,5		3,5	1	0,438
	0,25	0,5		1,475	1	0,184
	0,25	0,5		3,18	1	0,398
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
B 20/40	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
	0,2	0,3		3,5	4	0,840
J U M L A H						72,8667



<b>LANTAI 4</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3,5	2	13,414
SW 2	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 3	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 4		2,350	0,35	3,5	2	5,758
<b>J U M L A H</b>						<b>36,32125</b>
<b>KOLOM</b>						
K3 (60/70)	0,6	0,7		3,5	13	19,110
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
<b>J U M L A H</b>						<b>22,0150</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	12	15,120
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
B 20/40	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
B 20/30	0,2	0,4		4,25	1	0,340
	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>53,3268</b>

<b>LANTAI 5</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3,5	2	13,414
SW 2	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 3	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 4		2,350	0,35	3,5	2	5,758
<b>J U M L A H</b>						<b>36,32125</b>
<b>KOLOM</b>						
K4 (50/65)	0,5	0,65		3,5	13	14,788
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
<b>J U M L A H</b>						<b>17,6925</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	12	15,120
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
B 20/40	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>53,3268</b>

<b>LANTAI 6</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3,5	2	13,414
SW 2	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 3	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 4		2,350	0,35	3,5	2	5,758
<b>J U M L A H</b>						<b>36,32125</b>
<b>KOLOM</b>						
K4 (50/65)	0,5	0,65		3,5	13	14,788
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
<b>J U M L A H</b>						<b>17,6925</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	12	15,120
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
B 20/40	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>53,3268</b>

<b>LANTAI 7</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3,5	2	13,414
SW 2	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 3	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 4		2,350	0,35	3,5	2	5,758
<b>J U M L A H</b>						<b>36,32125</b>
<b>KOLOM</b>						
K4 (50/65)	0,5	0,65		3,5	13	14,788
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
<b>J U M L A H</b>						<b>17,6925</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	12	15,120
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
B 20/40	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>53,3268</b>

<b>LANTAI 8</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3,5	2	13,414
SW 2	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 3	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 4		2,350	0,35	3,5	2	5,758
<b>J U M L A H</b>						<b>36,32125</b>
<b>KOLOM</b>						
K5 (50/50)	0,5	0,5		3,5	13	11,375
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
<b>J U M L A H</b>						<b>14,2800</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	12	15,120
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
B 20/40	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>53,3268</b>

<b>LANTAI 9</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3,5	2	13,414
SW 2	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 3	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 4		2,350	0,35	3,5	2	5,758
<b>J U M L A H</b>						<b>36,32125</b>
<b>KOLOM</b>						
K5 (50/50)	0,5	0,5		3,5	13	11,375
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
<b>J U M L A H</b>						<b>14,2800</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	12	15,120
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
B 20/40	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
B 20/30	0,2	0,4		4,25	1	0,340
	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>53,3268</b>

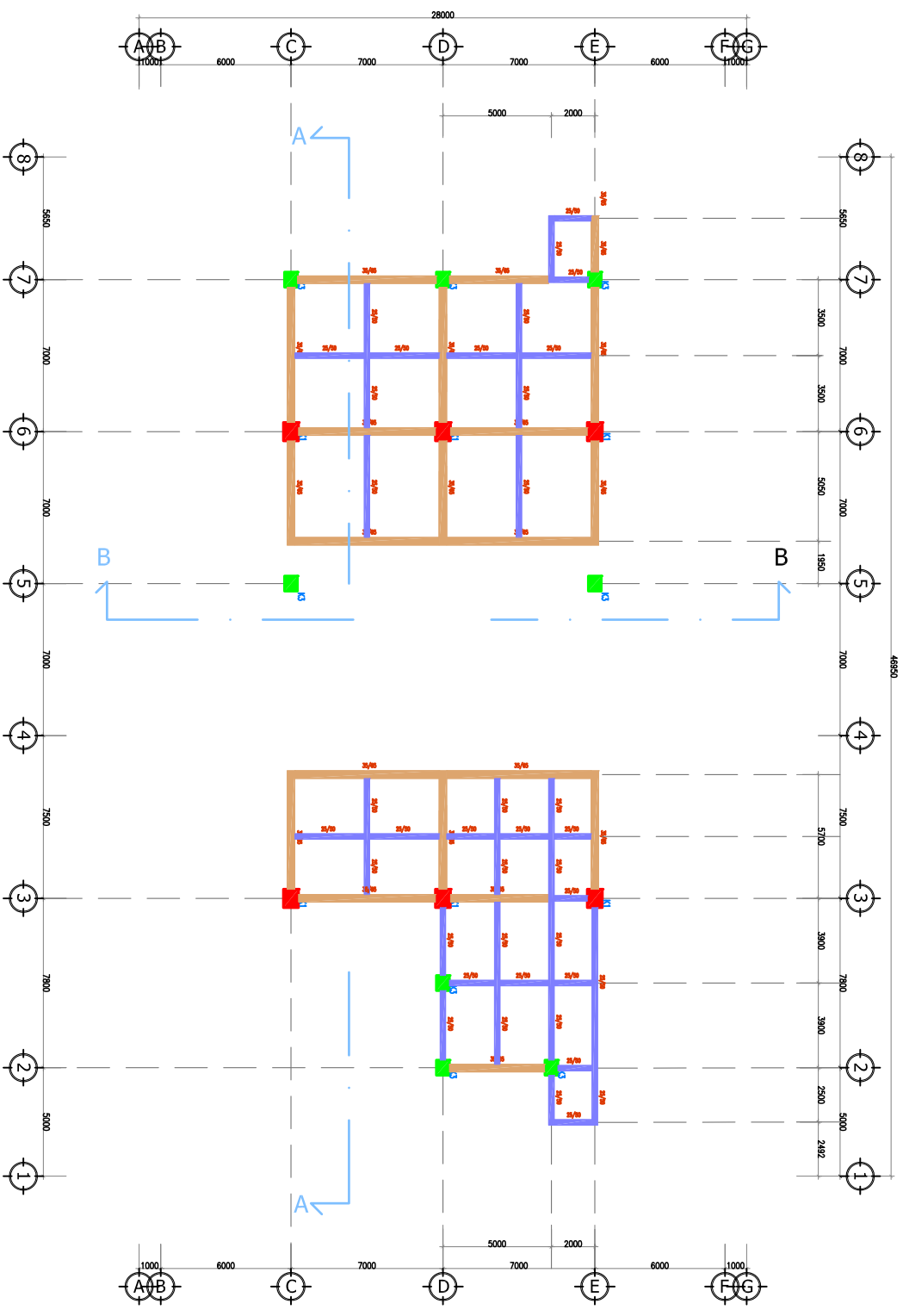
<b>LANTAI 10</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3,5	2	13,414
SW 2	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 3	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 4		2,350	0,35	3,5	2	5,758
<b>J U M L A H</b>						<b>36,32125</b>
<b>KOLOM</b>						
K5 (50/50)	0,5	0,5		3,5	13	11,375
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
<b>J U M L A H</b>						<b>14,2800</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	12	15,120
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
B 20/40	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>53,3268</b>

<b><u>LANTAI 11</u></b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3,5	2	13,414
SW 2	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 3	7		0,35	3,5	1	8,575
SW 4		2,350	0,35	3,5	2	5,758
<b>J U M L A H</b>						<b>36,32125</b>
<b>KOLOM</b>						
K5 (50/50)	0,5	0,5		3,5	13	11,375
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
<b>J U M L A H</b>						<b>14,2800</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	12	15,120
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
B 20/40	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
B 20/30	0,2	0,4		4,25	1	0,340
	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>53,3268</b>



<b>LANTAI ATAP</b>						
<b>SHEARWALL</b>						
SW 1		5,475	0,35	3	2	11,498
SW 2	7		0,35	3	1	7,350
SW 3	7		0,35	3	1	7,350
SW 4		2,350	0,35	3	2	4,935
		<b>J U M L A H</b>				<b>31,1325</b>
<b>KOLOM</b>						
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3	2	0,960
K8 (40/50)	0,4	0,5		3	1	0,600
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3	1	0,480
		<b>J U M L A H</b>				<b>2,0400</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	12	15,120
		0,6		7,5	3	4,050
		0,6		2,3	3	1,242
		0,6		1,8	4	1,296
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
B 20/40	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	2	0,500
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
		<b>J U M L A H</b>				<b>53,3268</b>

<u>LANTAI MESIN LIFT</u>					
BALOK					
B 30/60	0,3	0,6	7	1	1,260
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	2,65	1	0,212
	0,2	0,4	3,125	2	0,500
	0,2	0,4	2,35	2	0,376
	0,2	0,4	7	1	0,560
B 25/40	0,25	0,4	3,05	1	0,305
	0,25	0,4	2,65	1	0,265
	0,25	0,4	2,35	3	0,705
	0,25	0,4	7	1	0,700
J U M L A H					5,1270



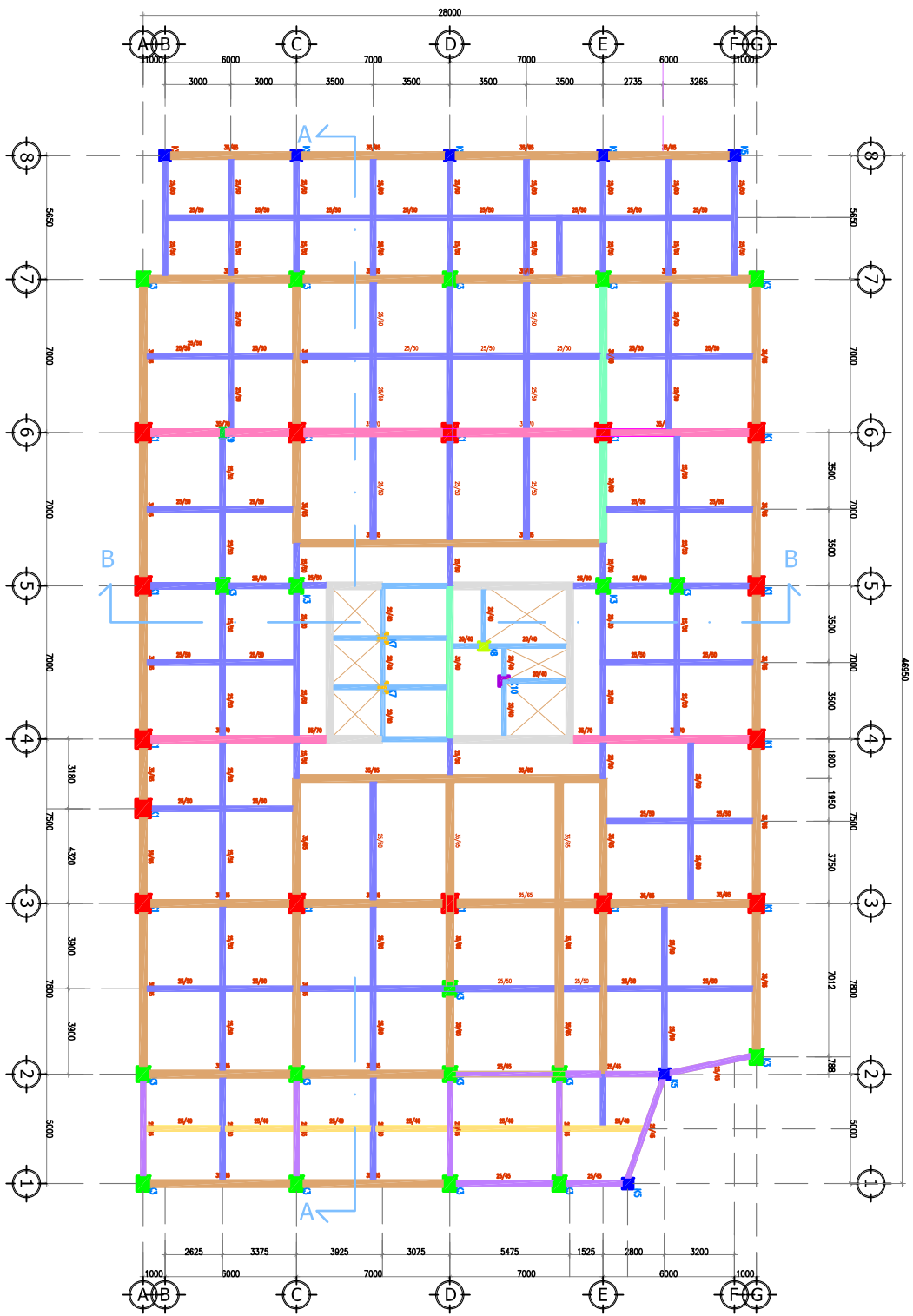
DENAH LANTAI – B3  
SKALA 1 : 300

# KETERANGAN

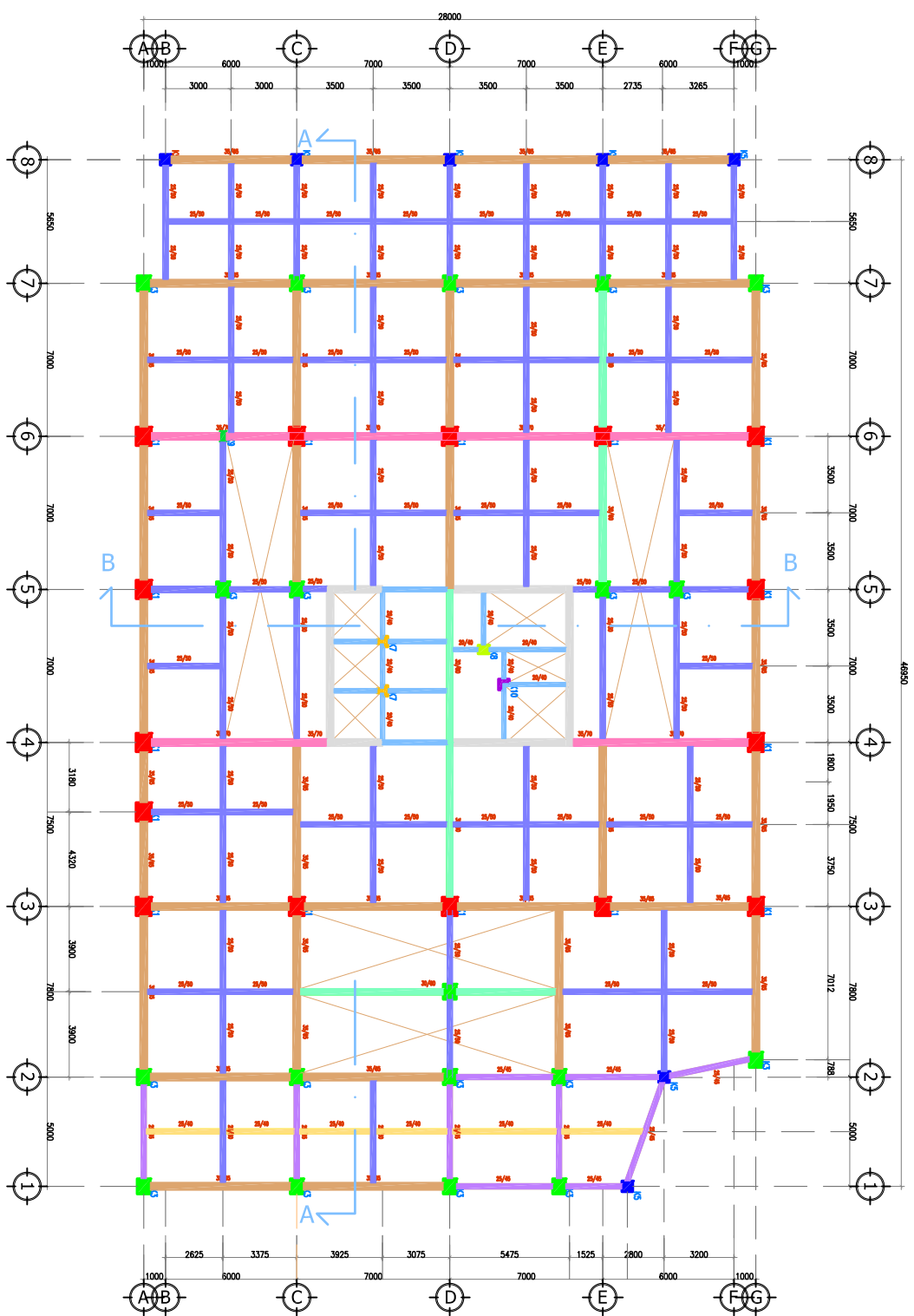
- |   |              |   |         |
|---|--------------|---|---------|
| ■ | SN           | ■ | B 35/70 |
| ■ | K 85/70      | ■ | B 35/65 |
| ■ | K 80/60      | ■ | B 35/60 |
| ■ | K 70/60      | ■ | B 30/60 |
| ■ | K 65/50      | ■ | B 30/50 |
| ■ | K 50/50      | ■ | B 40/50 |
| ■ | K Ø50        | ■ | B 25/50 |
| ■ | K T 50;50;20 | ■ | B 25/45 |
| ■ | K 40/50      | ■ | B 25/40 |
| ■ | K 50/30      | ■ | B 20/40 |
| ■ | K L 50;50;20 | ■ | B 25/25 |
| ■ | K 25/25      |   |         |

DENAH LANTAI – B2

SKALA 1 : 300



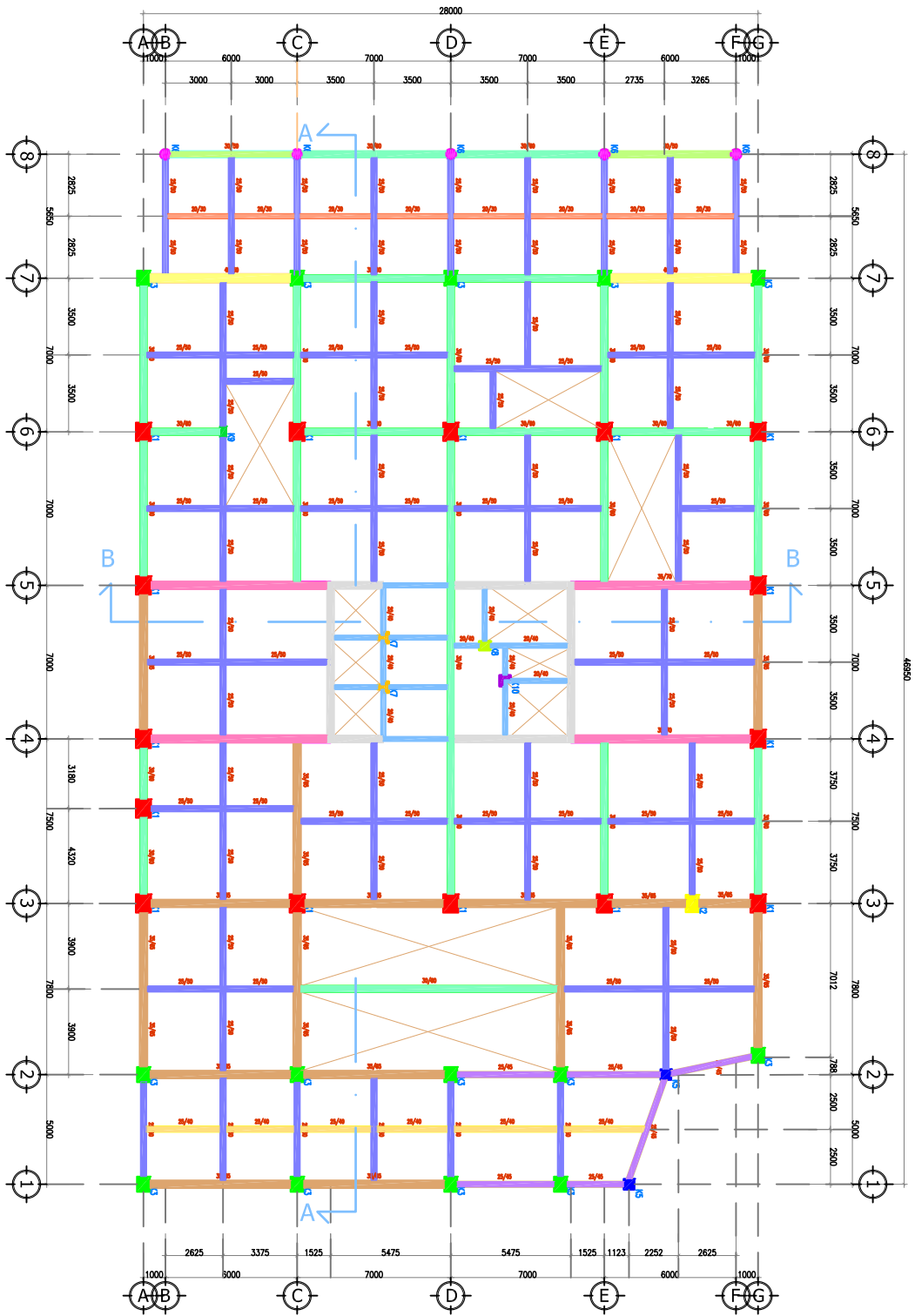
- KETERANGAN**
- |   |              |   |         |
|---|--------------|---|---------|
| ■ | SW           | ■ | B 35/70 |
| ■ | K 85/70      | ■ | B 35/65 |
| ■ | K 80/60      | ■ | B 35/60 |
| ■ | K 70/60      | ■ | B 30/60 |
| ■ | K 65/50      | ■ | B 30/50 |
| ■ | K 50/50      | ■ | B 40/50 |
| ■ | K 050        | ■ | B 25/50 |
| ■ | K T 50,50,20 | ■ | B 25/45 |
| ■ | K 40/50      | ■ | B 25/40 |
| ■ | K 50/30      | ■ | B 20/40 |
| ■ | K L 50,50,20 | ■ | B 20/30 |
| ■ | K 25/25      |   |         |



DENAH LANTAI - B1  
SKALA 1 : 300

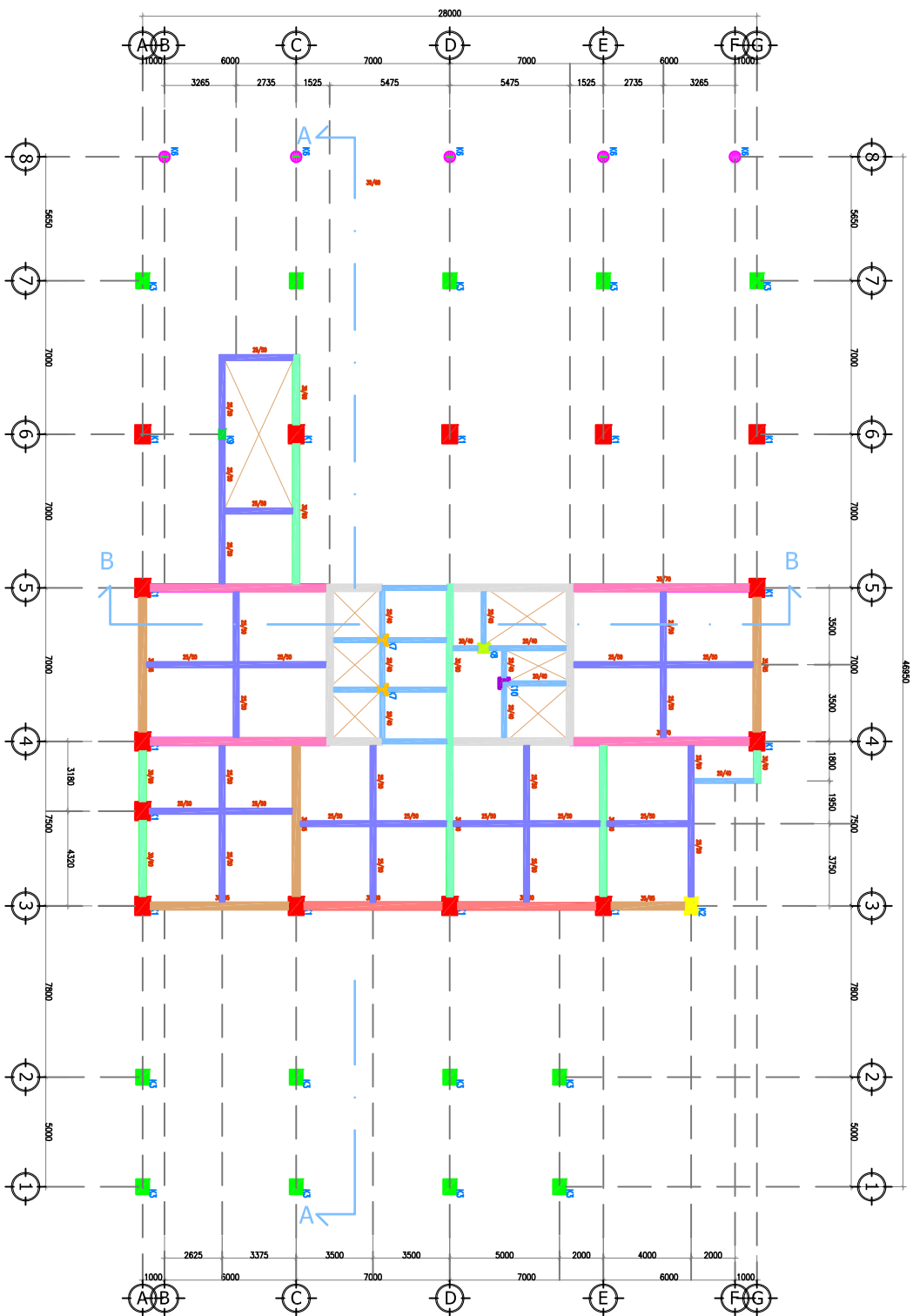
- KETERANGAN**
- |   |              |   |
|---|--------------|---|
| ■ | SW           | ■ |
| ■ | K 85/70      | ■ |
| ■ | K 80/60      | ■ |
| ■ | K 70/60      | ■ |
| ■ | K 65/50      | ■ |
| ■ | K 50/50      | ■ |
| ■ | K 0/50       | ■ |
| ■ | K T 50:50:20 | ■ |
| ■ | K 40/50      | ■ |
| ■ | K 50/30      | ■ |
| ■ | K L 50:50:20 | ■ |
| ■ | K 25/25      | ■ |
- 
- |   |         |
|---|---------|
| ■ | B 35/70 |
| ■ | B 35/65 |
| ■ | B 30/60 |
| ■ | B 30/50 |
| ■ | B 40/50 |
| ■ | B 25/50 |
| ■ | B 25/45 |
| ■ | B 25/40 |
| ■ | B 20/40 |
| ■ | B 20/30 |

# DENAH LANTAI – LOBBY



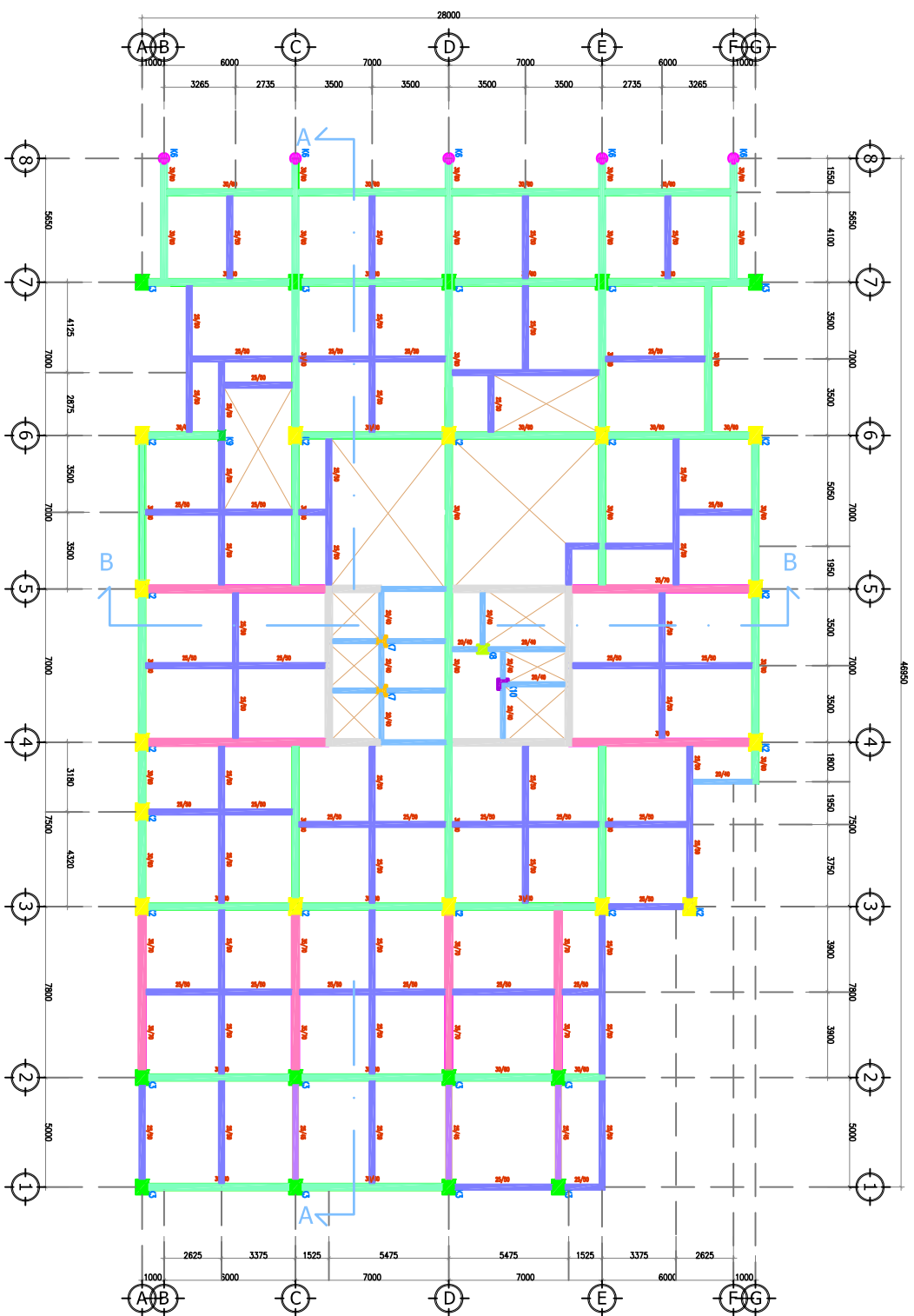
- KETERANGAN**
- SW
  - K 85/70
  - K 80/60
  - K 70/60
  - K 65/50
  - K 50/50
  - K 0/50
  - K T 50,50,20
  - K 40/50
  - K 50/30
  - K L 50,50,20
  - K 25/25
  - B 35/70
  - B 35/65
  - B 35/60
  - B 30/60
  - B 30/50
  - B 40/50
  - B 25/50
  - B 25/45
  - B 25/40
  - B 20/40
  - B 20/30

DENAH LANTAI – MEZANINE  
SKALA 1 : 300



KETERANGAN

- |   |              |   |         |
|---|--------------|---|---------|
| ■ | SN           | ■ | B 35/70 |
| ■ | K 85/70      | ■ | B 35/65 |
| ■ | K 80/60      | ■ | B 35/60 |
| ■ | K 70/60      | ■ | B 30/60 |
| ■ | K 65/50      | ■ | B 30/50 |
| ■ | K 50/50      | ■ | B 40/50 |
| ■ | K Ø50        | ■ | B 25/50 |
| ■ | K T 50;50;20 | ■ | B 25/45 |
| ■ | K 40/50      | ■ | B 25/40 |
| ■ | K 50/30      | ■ | B 20/40 |
| ■ | K L 50;50;20 | ■ | B 20/30 |
| ■ | K 25/25      |   |         |

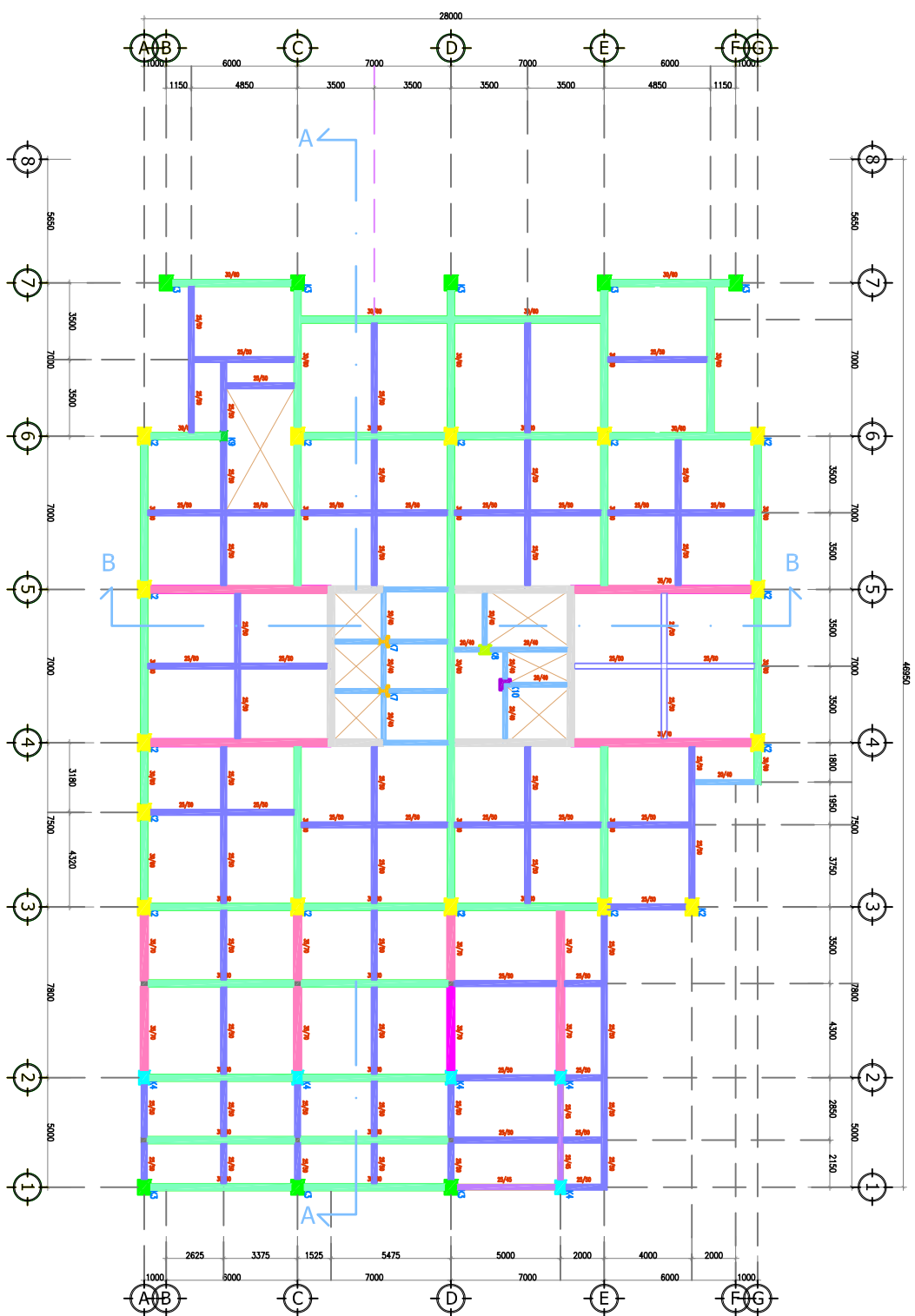


DENAH LANTAI - 1  
SKALA 1 : 300

# KETERANGAN

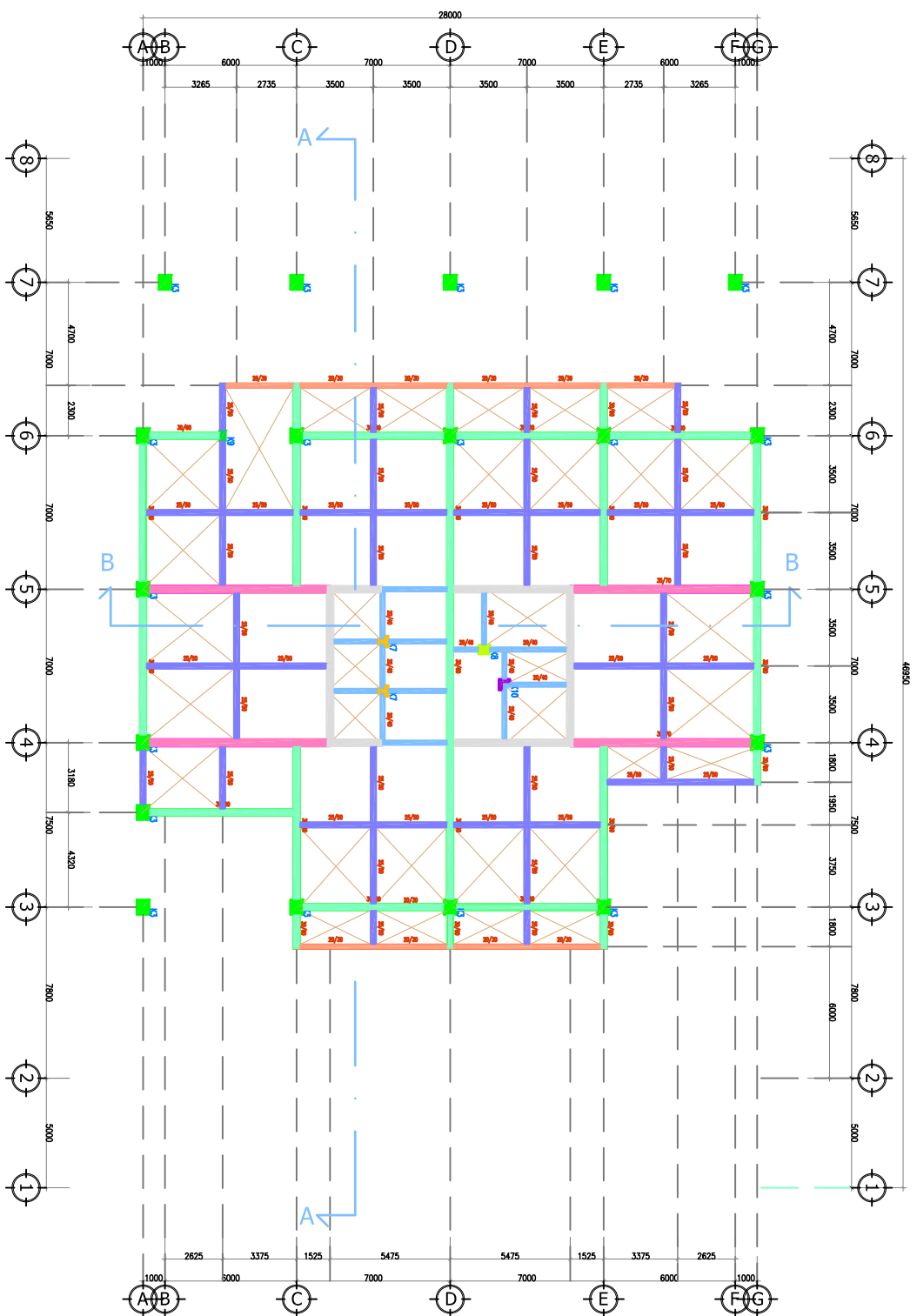
■	SN	■	B 35/70
■	K 85/70	■	B 35/65
■	K 80/60	■	B 35/60
■	K 70/60	■	B 30/60
■	K 65/50	■	B 30/50
■	K 50/50	■	B 40/50
■	K 0/50	■	B 25/50
■	K 1 50:50:20	■	B 25/45
■	K 40/50	■	B 25/40
■	K 50/30	■	B 20/40
■	K L 50:50:20	■	B 20/30
■	K 25/25		



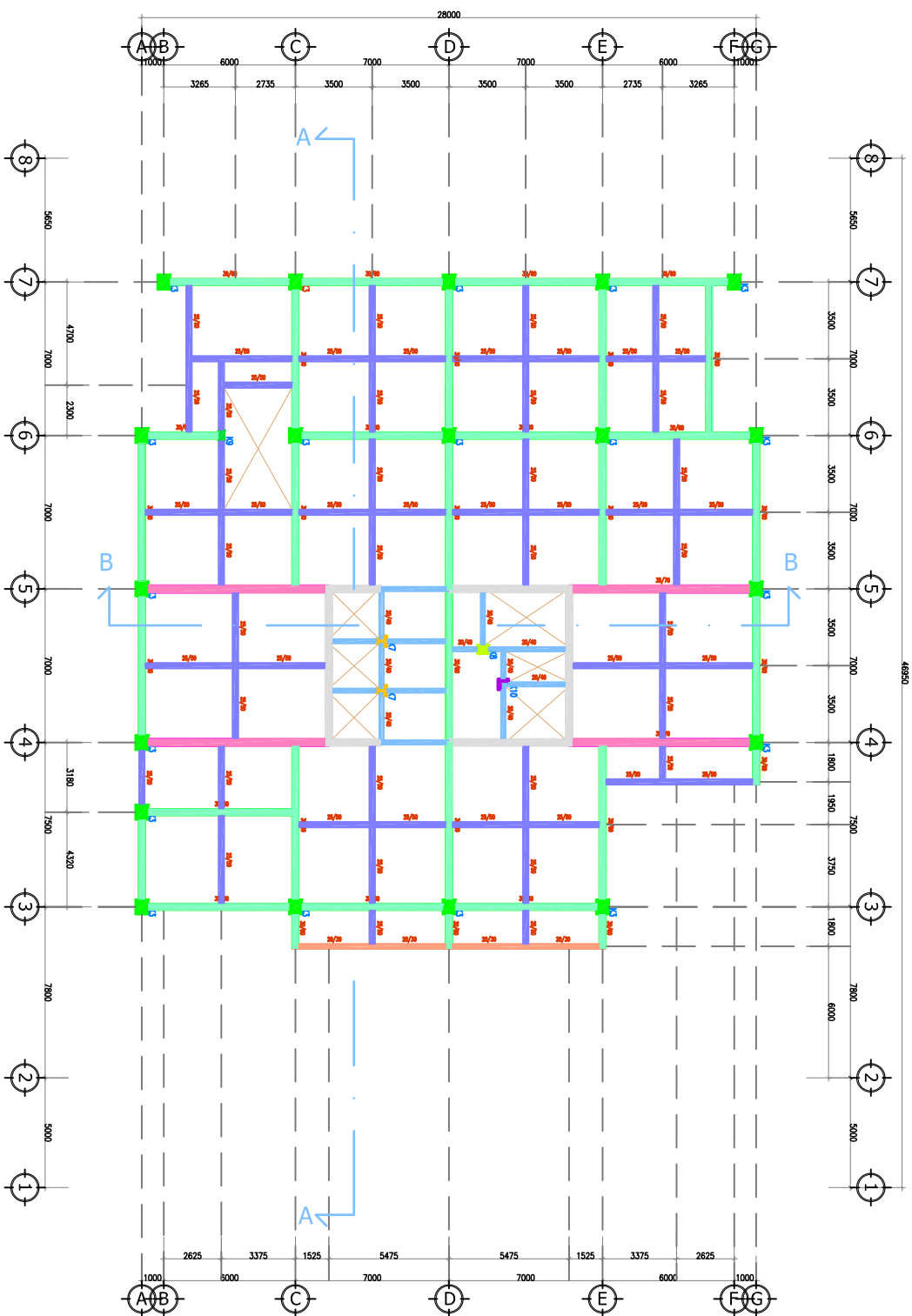


## KETERANGAN

Color	Label
White	D50 Illuminant, 2 degree observer
Yellow	1
Cyan	2
Magenta	3
Blue	4
Green	5
Red	6
Black	7
Yellow	8
Cyan	9
Magenta	10
Blue	11
Green	12
Red	13
Black	14
Yellow	15
Cyan	16
Magenta	17
Blue	18
Green	19
Red	20
Black	21
Yellow	22
Cyan	23
Magenta	24
Blue	25
Green	26
Red	27
Black	28
Yellow	29
Cyan	30



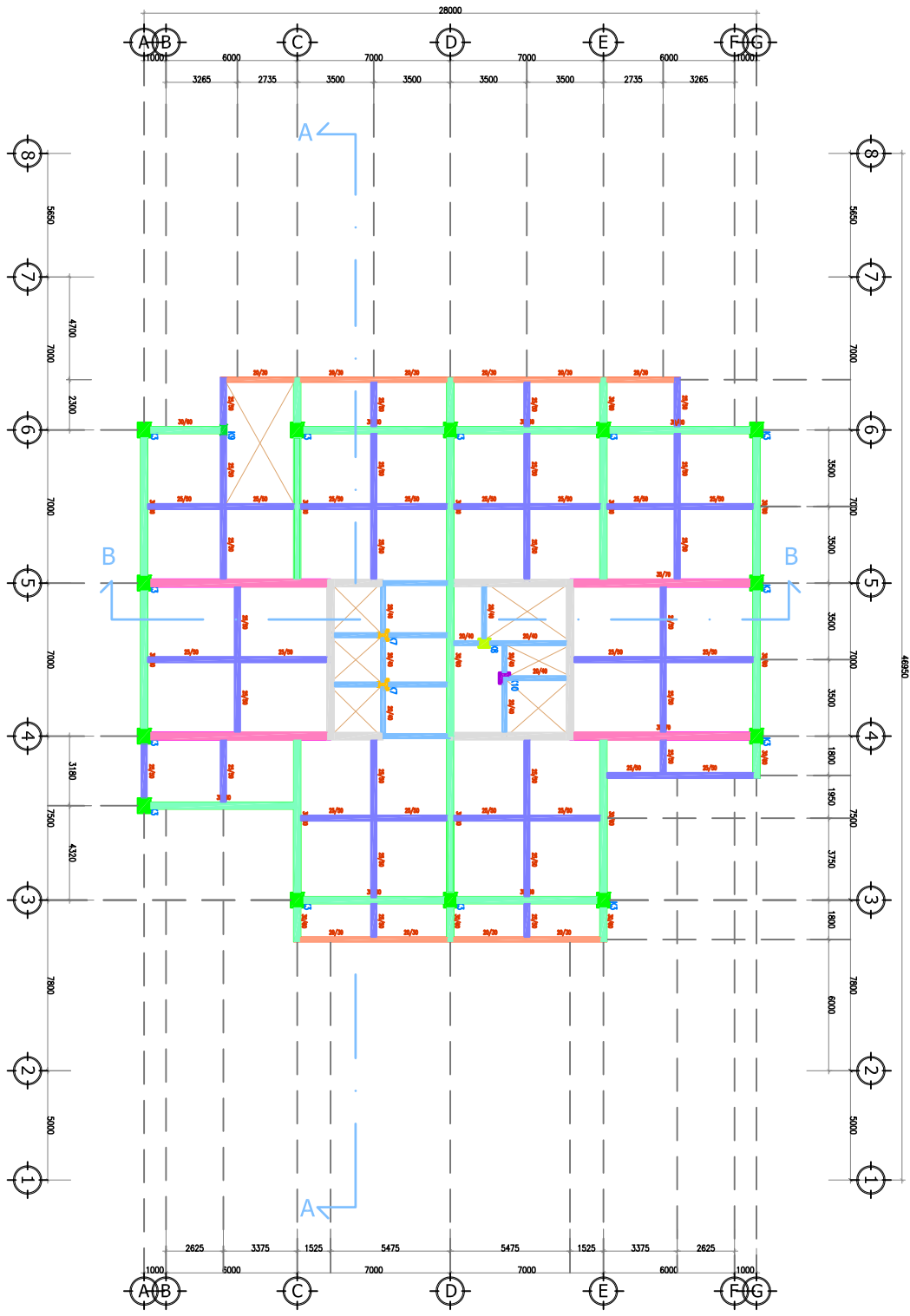
DENAH LANTAI – BEDROOM – 3  
SKALA 1 : 300



KETERANGAN

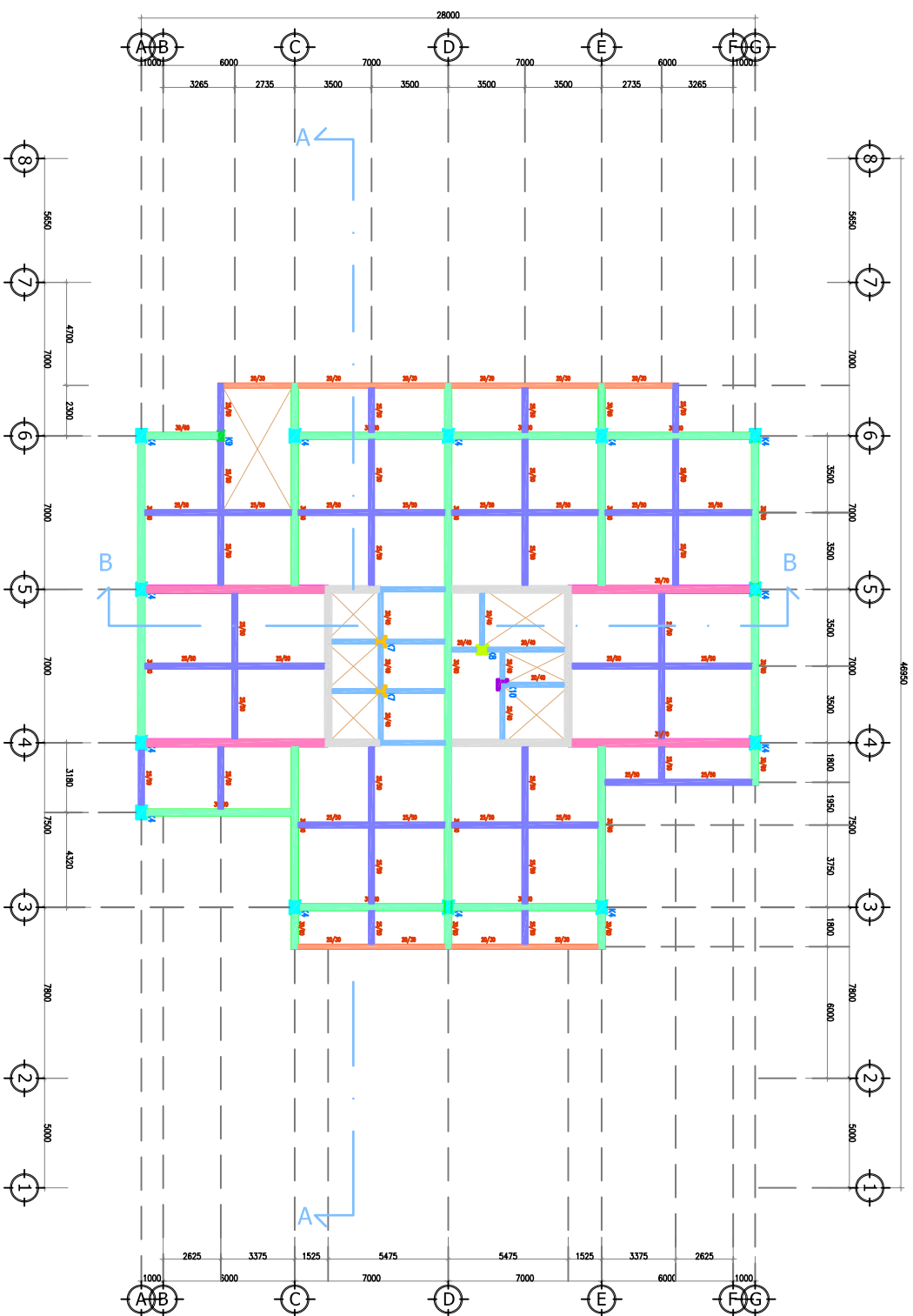
■	SW	K 85/70	B 35/70
■	K 80/60	B 35/65	
■	K 70/60	B 35/60	
■	K 65/50	B 30/60	
■	K 50/50	B 30/50	
■	K 050	B 40/50	
■	K T 50,50,20	B 25/50	
■	K 40/50	B 25/45	
■	K 50/30	B 25/40	
■	K L 50,50,20	B 20/40	
■	K 25/25	B 20/30	

DENAH LANTAI – BEDROOM – 4 & 5  
SKALA 1 : 300



KETERANGAN

- |   |              |   |         |
|---|--------------|---|---------|
| ■ | SW           | ■ | B 35/70 |
| ■ | K 85/70      | ■ | B 35/65 |
| ■ | K 80/60      | ■ | B 35/60 |
| ■ | K 70/60      | ■ | B 30/60 |
| ■ | K 65/50      | ■ | B 30/50 |
| ■ | K 50/50      | ■ | B 40/50 |
| ■ | K 0/50       | ■ | B 25/50 |
| ■ | K T 50:50:20 | ■ | B 25/45 |
| ■ | K 40/50      | ■ | B 25/40 |
| ■ | K 50/30      | ■ | B 20/40 |
| ■ | K L 50:50:20 | ■ | B 20/30 |
| ■ | K 25/25      |   |         |

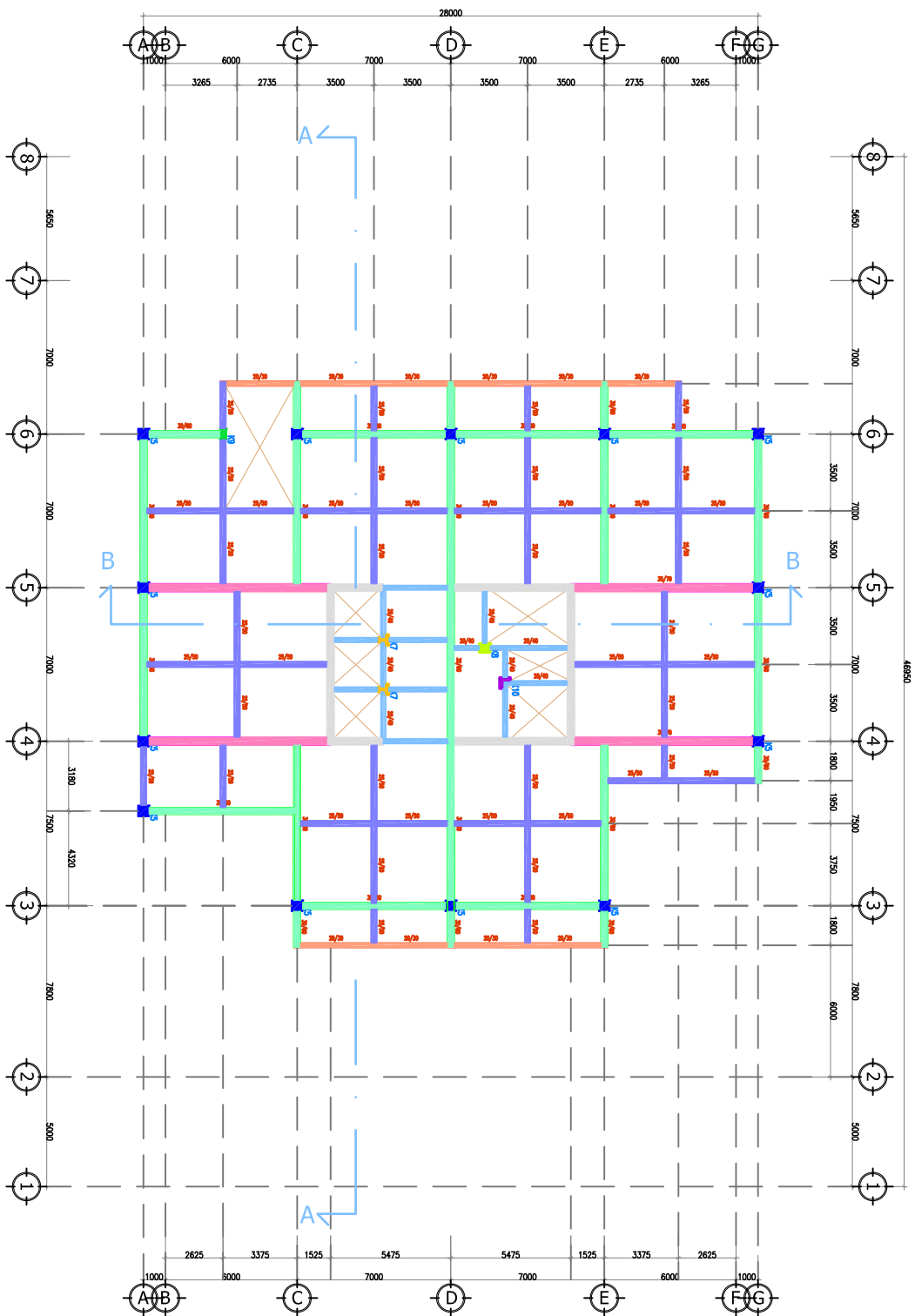


# KETERANGAN

■	SN
■	K 85/70
■	K 80/60
■	K 70/60
■	K 65/50
■	K 50/50
■	K 0/50
■	K T 50;50;20
■	K 40/50
■	K 50/30
■	K L 50;50;20
■	K 25/25
■	B 35/70
■	B 35/65
■	B 35/60
■	B 30/60
■	B 30/50
■	B 40/50
■	B 25/50
■	B 25/45
■	B 25/40
■	B 20/40
■	B 20/30

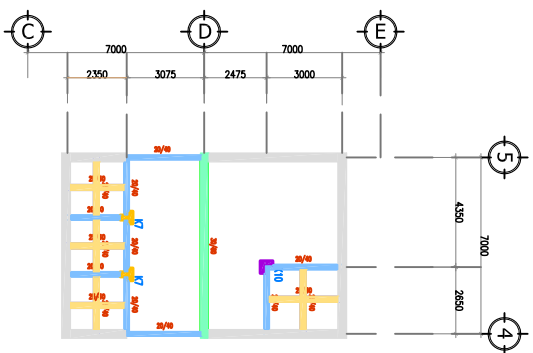
DENAH LANTAI - BEDROOM - 6 S/D 8  
SKALA 1 : 300

DENAH LANTAI – BEDROOM – 9 S/D ROOFTOP  
SKALA 1 : 300

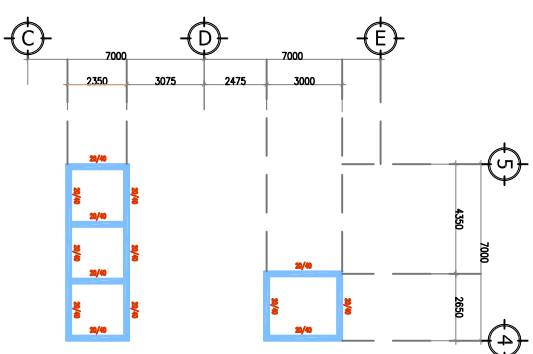


KETERANGAN

- |   |              |   |         |
|---|--------------|---|---------|
| ■ | SW           | ■ | B 35/70 |
| ■ | K 85/70      | ■ | B 35/65 |
| ■ | K 80/60      | ■ | B 35/60 |
| ■ | K 70/60      | ■ | B 30/60 |
| ■ | K 65/50      | ■ | B 30/50 |
| ■ | K 50/50      | ■ | B 40/50 |
| ■ | K 050        | ■ | B 25/50 |
| ■ | K T 50:50:20 | ■ | B 25/45 |
| ■ | K 40/50      | ■ | B 25/40 |
| ■ | K 50/30      | ■ | B 20/40 |
| ■ | K L 50:50:20 | ■ | B 25/30 |
| ■ | K 25/25      |   |         |



DENAH LANTAI – MESIN LIFT  
SKALA 1 : 300



DENAH LANTAI – PIT LIFT  
SKALA 1 : 300

# KETERANGAN

□ SN	B 35/70
■ K 85/70	B 35/65
■ K 80/60	B 35/60
■ K 70/60	B 30/60
■ K 65/50	B 30/50
■ K 50/50	B 40/50
■ K 050	B 40/45
■ K T 50;50;20	B 25/40
■ K 40/50	B 20/40
■ K 50/30	B 20/30
■ K L 50;50;20	
■ K 25/25	

**GEDUNG SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS**

**PERHITUNGAN VOLUME BETON**

URAIAN PEKERJAAN	DIMENSI					JUMLAH	VOLUME
	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>r</i>	<i>t<sub>b</sub></i>	<i>L</i>		
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
LANTAI B3							
KOLOM							
K1 (70/85)	0,7	0,85			3	6	10,710
K3 (60/70)	0,6	0,7			3	8	10,080
J U M L A H							20,7900
BALOK							
B 35/65	0,35	0,65			7	11	17,518
	0,35	0,65			5	3	3,413
	0,35	0,65			2,825	1	0,643
	0,35	0,65			5,05	3	3,447
	0,35	0,65			5,7	3	3,890
B 25/50	0,25	0,5			7	10	8,750
	0,25	0,5			2,825	1	0,353
	0,25	0,5			2	3	0,750
	0,25	0,5			2,5	2	0,625
	0,25	0,5			5,05	2	1,263
	0,25	0,5			5,7	3	2,138
	J U M L A H						



LANTAI B2						
KOLOM						
KOLOM						
K1 (70/85)	0,7	0,85		3	15	26,775
K3 (60/70)	0,6	0,7		3	23	28,980
K5 (50/50)	0,5	0,5		3	7	5,250
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3	2	0,960
K8 (40/50)	0,4	0,5		3	1	0,600
K9 (30/50)	0,3	0,5		3	1	0,450
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3	1	0,480
J U M L A H						63,4950
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		7	2	3,430
	0,35	0,7		8,525	2	4,177
B 35/65	0,35	0,65		6	2	2,730
	0,35	0,65		5	1	1,138
	0,35	0,65		5,05	2	2,298
	0,35	0,65		5,7	2	2,594
	0,35	0,65		7	26	41,405
	0,35	0,65		7,5	2	3,413
	0,35	0,65		7,8	4	7,098
	0,35	0,65		7,0016	1	1,593
	0,35	0,65		5,475	4	4,982
B 30/60	0,3	0,6		7	1	1,260
B 25/50	0,25	0,5		5,65	9	6,356
	0,25	0,5		2,825	1	0,353
	0,25	0,5		6	2	1,500
	0,25	0,5		7	21	18,375
	0,25	0,5		1,95	6	1,463
	0,25	0,5		1,8	3	0,675

	0,25	0,5	7,5	2	1,875
	0,25	0,5	7,8	3	2,925
	0,25	0,5	5	2	1,250
	0,25	0,5	2,35	0	0,000
B 25/45	0,25	0,45	5	6	3,375
	0,25	0,45	3,1227	1	0,351
	0,25	0,45	2,5	1	0,281
	0,25	0,45	2,8	1	0,315
	0,25	0,45	2,6369	2	0,593
	0,25	0,45	4,2734	1	0,481
B 25/40	0,25	0,4	3,625	1	0,363
	0,25	0,4	3,375	1	0,338
	0,25	0,4	3,5	2	0,700
	0,25	0,4	5	1	0,500
	0,25	0,4	3,9614	1	0,396
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	0	0,000
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
<b>J U M L A H</b>					<b>121,2592</b>

LANTAI B1							
KOLOM							
K1 (70/85)	0,7	0,85		3,35	21	41,858	
K2 (60/80)	0,6	0,8		3,35	1	1,608	
K3 (60/70)	0,6	0,7		3,35	12	16,884	
K5 (50/50)	0,5	0,5		3,35	2	1,675	
K6 (Ø50)			0,5	3,35	5	3,289	
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5		0,2	3,35	2	1,072
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,35	1	0,670	
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,35	1	0,503	
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5		0,2	3,35	1	0,536
J U M L A H						68,0946	
BALOK							
B 35/70	0,35	0,7		7	4	6,860	
	0,35	0,7		8,525	2	4,177	
B 35/65	0,35	0,65		6	2	2,730	
	0,35	0,65		7	22	35,035	
	0,35	0,65		7,5	4	6,825	
	0,35	0,65		7,8	3	5,324	
	0,35	0,65		7,0016	1	1,593	
	0,35	0,65		5,475	4	4,982	
B 30/60	0,3	0,6		7	2	2,520	
	0,3	0,6		7,5	1	1,350	
	0,3	0,6		5	1	0,900	
B 25/50	0,25	0,5		5,65	9	6,356	
	0,25	0,5		6	2	1,500	
	0,25	0,5		7	25	21,875	
	0,25	0,5		3,625	6	2,719	
	0,25	0,5		1,525	2	0,381	
	0,25	0,5		7,5	4	3,750	

	0,25	0,5	7,8	2	1,950
	0,25	0,5	4,8	1	0,600
	0,25	0,5	4,2	2	1,050
	0,25	0,5	5	2	1,250
	0,25	0,5	3,375	2	0,844
	0,25	0,5	3,9	2	0,975
	0,25	0,5	2,35	0	0,000
B 25/45	0,25	0,45	5	6	3,375
	0,25	0,45	3,1227	1	0,351
	0,25	0,45	4,8	1	0,540
	0,25	0,45	2,6369	2	0,593
B 25/40	0,25	0,45	4,2734	1	0,481
	0,25	0,4	3,625	1	0,363
	0,25	0,4	3,375	1	0,338
	0,25	0,4	3,5	2	0,700
	0,25	0,4	5	1	0,500
	0,25	0,4	3,9614	1	0,396
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	0	0,000
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
	J U M L A H				125,8604

LANTAI LOBBY						
KOLOM						
K1 (70/85)	0,7	0,85		2,95	18	31,595
K2 (60/80)	0,6	0,8		2,95	1	1,416
K3 (60/70)	0,6	0,7		2,95	13	16,107
K6 (Ø50)			0,5	2,95	5	2,896
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	2,95	2	0,944
K8 (40/50)	0,4	0,5		2,95	1	0,590
K9 (30/50)	0,3	0,5		2,95	1	0,443
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	2,95	1	0,472
J U M L A H						54,4622
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 35/65	0,35	0,65		7	10	15,925
	0,35	0,65		7,0116	1	1,595
	0,35	0,65		7,5	1	1,706
	0,35	0,65		7,8	3	5,324
	0,3	0,6		7	21	26,460
B 30/60	0,3	0,6		7,5	4	5,400
	0,3	0,6		3,625	1	0,653
	0,3	0,6		5	1	0,900
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
	0,3	0,5		6	2	1,800
B 40/50	0,4	0,5		7	2	2,800
B 25/50	0,25	0,5		7	22	19,250
	0,25	0,5		7,5	4	3,750
	0,25	0,5		7,8	2	1,950
	0,25	0,5		5,65	9	6,356
	0,25	0,5		5	6	3,750
	0,25	0,5		8,525	2	2,131

	0,25	0,5	4,2	1	0,525
	0,25	0,5	4,8	1	0,600
	0,25	0,5	3,375	1	0,422
	0,25	0,5	3,625	1	0,453
	0,25	0,5	2,35	0	0,000
B 25/45	0,25	0,45	5	2	1,125
	0,25	0,45	3,1227	1	0,351
	0,25	0,45	4,8	1	0,540
	0,25	0,45	5,2738	1	0,593
	0,25	0,45	4,2734	1	0,481
B 25/40	0,25	0,4	3,625	1	0,363
	0,25	0,4	3,375	1	0,338
	0,25	0,4	3,5	2	0,700
	0,25	0,4	5	1	0,500
	0,25	0,4	3,9614	1	0,396
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	0	0,000
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3	6	2	0,720
	0,2	0,3	7	2	0,840
	J U M L A H				123,6709

LANTAI MEZANINE							
KOLOM							
K2 (60/80)	0,6	0,8		3	19	27,360	
K3 (60/70)	0,6	0,7		3	13	16,380	
K6 (Ø50)			0,5	3	5	2,945	
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5		0,2	3	2	0,960
K8 (40/50)	0,4	0,5		3	1	0,600	
K9 (30/50)	0,3	0,5		3	1	0,450	
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5		0,2	3	1	0,480
J U M L A H						49,1752	
BALOK							
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355	
B 35/65	0,35	0,65		7	3	4,778	
	0,35	0,65		7,5	1	1,706	
	0,35	0,65		4	1	0,910	
	0,35	0,65		5,475	4	4,982	
	0,35	0,65		7	2	2,520	
B 35/60	0,3	0,6		7,5	3	4,050	
B 30/60	0,3	0,6		7	4	5,040	
	0,3	0,6		3,5	2	1,260	
	0,3	0,6		1,8	1	0,324	
	0,3	0,6		5,475	0	0,000	
	0,25	0,5		7	5	4,375	
B 25/50	0,25	0,5		3,375	2	0,844	
	0,25	0,5		8,525	2	2,131	
	0,25	0,5		7,5	4	3,750	
	0,25	0,5		4	1	0,500	
	0,25	0,5		3,5	3	1,313	
B 20/40	0,25	0,5		2,35	0	0,000	
	0,2	0,4		3,05	1	0,244	

0,2	0,4	5,475	3	1,314
0,2	0,4	3,125	0	0,000
0,2	0,4	7	1	0,560
0,2	0,4	2,75	1	0,220
0,2	0,4	4,25	1	0,340
0,2	0,4	3	1	0,240
J U M L A H				49,7550



LANTAI 1						
KOLOM						
K2 (60/80)	0,6	0,8		4,55	19	41,496
K3 (60/70)	0,6	0,7		4,55	8	15,288
K4 (50/65)	0,65	0,7		4,55	5	10,351
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	4,55	2	1,456
K8 (40/50)	0,4	0,5		4,55	1	0,910
K9 (30/50)	0,3	0,5		4,55	1	0,683
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	4,55	1	0,728
J U M L A H						70,9118
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
	0,35	0,7		7,8	4	7,644
B 30/60	0,3	0,6		7	32	40,320
	0,3	0,6		7,5	4	5,400
	0,3	0,6		6	2	2,160
	0,3	0,6		5,65	5	5,085
	0,3	0,6		1,8	1	0,324
	0,3	0,6		3,625	1	0,653
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		4,1	4	2,050
	0,25	0,5		7	18	15,750
	0,25	0,5		7,5	4	3,750
	0,25	0,5		7,8	3	2,925
	0,25	0,5		4,85	2	1,213
	0,25	0,5		5	4	2,500
	0,25	0,5		4	2	1,000
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		3,375	1	0,422
	0,25	0,5		3,5	1	0,438

	0,25	0,5	1,525	2	0,381
	0,25	0,5	1,95	1	0,244
	0,25	0,5	2,35	0	0,000
B 25/45	0,25	0,45	5	3	1,688
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	0	0,000
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
	0,2	0,4	3	1	0,240
J U M L A H					111,2906

<b>LANTAI 2</b>						
<b>KOLOM</b>						
K3 (60/70)	0,6	0,7		4,55	23	43,953
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	4,55	2	1,456
K8 (40/50)	0,4	0,5		4,55	1	0,910
K9 (30/50)	0,3	0,5		4,55	1	0,683
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	4,55	1	0,728
KSP (25/25)	0,25	0,25		0,55	3	0,103
KSP (25/25)	0,25	0,25		0,65	3	0,122
<b>J U M L A H</b>						<b>47,9545</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
	0,35	0,7		7,8	4	7,644
B 30/60	0,3	0,6		7	38	47,880
	0,3	0,6		7,5	4	5,400
	0,3	0,6		6	2	2,160
	0,3	0,6		3,375	1	0,608
	0,3	0,6		1,8	1	0,324
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		4,85	2	1,213
	0,25	0,5		5,325	2	1,331
	0,25	0,5		7	18	15,750
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		4	2	1,000
	0,25	0,5		7,5	4	3,750
	0,25	0,5		3,5	4	1,750
	0,25	0,5		3,375	1	0,422
	0,25	0,5		4,3	3	1,613
	0,25	0,5		2,85	6	2,138

	0,25	0,5	2,15	6	1,613
	0,25	0,5	2	1	0,250
	0,25	0,5	2,35	0	0,000
B 25/45	0,25	0,45	5	2	1,125
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	5,475	3	1,314
	0,2	0,4	3,125	0	0,000
	0,2	0,4	7	1	0,560
	0,2	0,4	2,75	1	0,220
	0,2	0,4	4,25	1	0,340
	0,2	0,4	3	1	0,240
J U M L A H					113,3144

<u>LANTAI M/E</u>						
<b>KOLOM</b>						
K3 (60/70)	0,6	0,7		2,8	23	27,048
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	2,8	2	0,896
K8 (40/50)	0,4	0,5		2,8	1	0,560
K9 (30/50)	0,3	0,5		2,8	1	0,420
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	2,8	1	0,448
<b>J U M L A H</b>						<b>29,3720</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	14	17,640
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
B 20/40	0,2	0,4		3,05	1	0,244
	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	0	0,000
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
	0,2	0,3		3,375	2	0,405
B 20/30	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>59,2888</b>

LANTAI 3						
KOLOM						
K3 (60/70)	0,6	0,7		3,5	17	24,990
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
J U M L A H						27,8950
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	24	30,240
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		6	2	2,160
	0,3	0,6		3,625	1	0,653
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		4,32	1	0,778
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	18	15,750
	0,25	0,5		4,85	1	0,606
	0,25	0,5		7,5	3	2,813
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,375	2	0,844
	0,25	0,5		3,5	1	0,438
	0,25	0,5		1,475	1	0,184
	0,25	0,5		3,18	1	0,398
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
	B 20/40	0,2	0,4		3,05	1
0,2		0,4		5,475	3	1,314
0,2		0,4		3,125	0	0,000
0,2		0,4		7	1	0,560
0,2		0,4		2,75	1	0,220
B 20/30	0,2	0,4		4,25	1	0,340
	0,2	0,3		3,5	4	0,840
	J U M L A H					

LANTAI 4						
KOLOM						
K3 (60/70)	0,6	0,7		3,5	17	24,990
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
J U M L A H						27,8950
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	14	17,640
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
B 20/40	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	0	0,000
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
J U M L A H						59,2888

LANTAI 5						
KOLOM						
K4 (50/65)	0,5	0,65		3,5	17	19,338
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
J U M L A H						22,2425
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	14	17,640
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
B 20/40	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	0	0,000
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
J U M L A H						59,2888



LANTAI 6						
KOLOM						
K4 (50/65)	0,5	0,65		3,5	17	19,338
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
J U M L A H						22,2425
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	14	17,640
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
B 20/40	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	0	0,000
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
J U M L A H						59,2888

LANTAI 7						
KOLOM						
K4 (50/65)	0,5	0,65		3,5	17	19,338
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
J U M L A H						22,2425
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	14	17,640
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
B 20/40	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	0	0,000
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
J U M L A H						59,2888

LANTAI 8						
KOLOM						
K5 (50/50)	0,5	0,5		3,5	17	14,875
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
J U M L A H						17,7800
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	14	17,640
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
B 20/40	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	0	0,000
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
J U M L A H						59,2888

LANTAI 9						
KOLOM						
K5 (50/50)	0,5	0,5		3,5	17	14,875
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
J U M L A H						17,7800
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	14	17,640
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
B 20/40	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	0	0,000
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
J U M L A H						59,2888

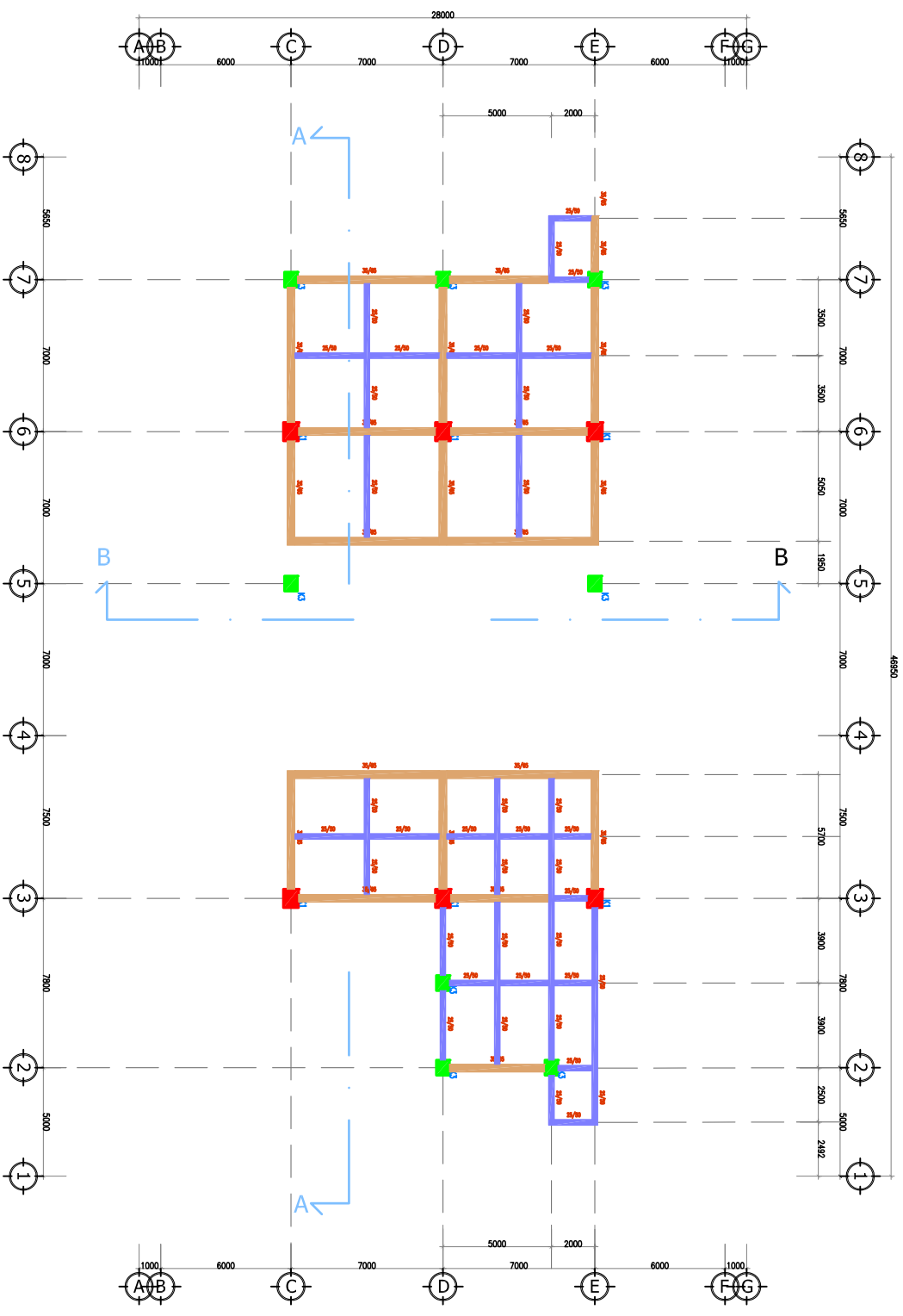
LANTAI 10						
KOLOM						
K5 (50/50)	0,5	0,5		3,5	17	14,875
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
J U M L A H						17,7800
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	14	17,640
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
B 20/40	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	0	0,000
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
J U M L A H						59,2888

LANTAI 11						
KOLOM						
K5 (50/50)	0,5	0,5		3,5	17	14,875
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	2	1,120
K8 (40/50)	0,4	0,5		3,5	1	0,700
K9 (30/50)	0,3	0,5		3,5	1	0,525
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3,5	1	0,560
		J U M L A H				17,7800
BALOK						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	14	17,640
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
B 20/40	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	0	0,000
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
		J U M L A H				59,2888

<b>LANTAI ATAP</b>						
<b>KOLOM</b>						
K5 (50/50)	0,5	0,5		3	6	4,500
K7 T (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3	2	0,960
K8 (40/50)	0,4	0,5		3	1	0,600
K10 L (50;50;20)	0,5	0,5	0,2	3	1	0,480
<b>J U M L A H</b>						<b>6,5400</b>
<b>BALOK</b>						
B 35/70	0,35	0,7		8,525	4	8,355
B 30/60	0,3	0,6		7	14	17,640
	0,3	0,6		7,5	3	4,050
	0,3	0,6		2,3	3	1,242
	0,3	0,6		1,8	4	1,296
	0,3	0,6		5,475	4	3,942
B 25/50	0,25	0,5		7	13	11,375
	0,25	0,5		8,525	2	2,131
	0,25	0,5		7,5	2	1,875
	0,25	0,5		2,3	4	1,150
	0,25	0,5		1,8	3	0,675
	0,25	0,5		3,18	2	0,795
	0,25	0,5		2,35	0	0,000
	0,2	0,4		3,05	1	0,244
B 20/40	0,2	0,4		5,475	3	1,314
	0,2	0,4		3,125	0	0,000
	0,2	0,4		7	1	0,560
	0,2	0,4		2,75	1	0,220
	0,2	0,4		4,25	1	0,340
B 20/30	0,2	0,3		3,375	2	0,405
	0,2	0,3		3,5	8	1,680
<b>J U M L A H</b>						<b>59,2888</b>

<u>LANTAI MESIN LIFT</u>					
BALOK					
B 30/60	0,3	0,6	7	3	3,780
	0,3	0,6	5,475	4	3,942
B 20/40	0,2	0,4	3,05	1	0,244
	0,2	0,4	2,65	1	0,212
	0,2	0,4	3,125	0	0,000
	0,2	0,4	2,35	2	0,376
	0,2	0,4	7	1	0,560
B 25/40	0,25	0,4	3,05	1	0,305
	0,25	0,4	2,65	1	0,265
	0,25	0,4	2,35	3	0,705
	0,25	0,4	7	1	0,700
B 25/50	0,25	0,5	2,35	0	0,000
J U M L A H					11,0890



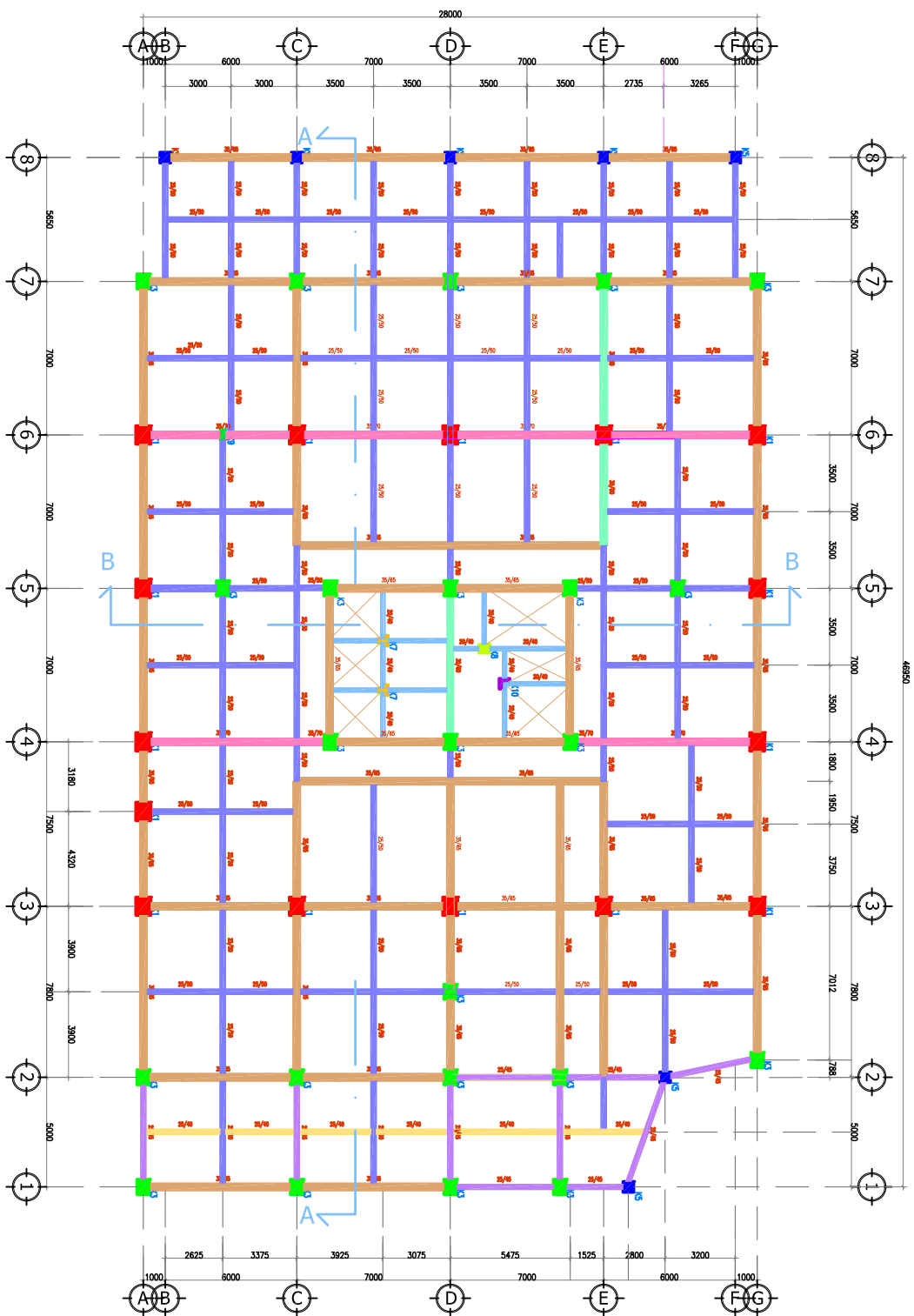


DENAH LANTAI – B3  
SKALA 1 : 300

### KETERANGAN

- |  |   |
|--|---|
| <span style="color: red;">■</span> K 85/70         | <span style="color: pink;">■</span> B 35/70       |
| <span style="color: yellow;">■</span> K 80/60      | <span style="color: lightpink;">■</span> B 35/65  |
| <span style="color: lightgreen;">■</span> K 70/60  | <span style="color: lightblue;">■</span> B 35/60  |
| <span style="color: green;">■</span> K 65/50       | <span style="color: blue;">■</span> B 30/60       |
| <span style="color: cyan;">■</span> K 50/50        | <span style="color: darkblue;">■</span> B 30/50   |
| <span style="color: magenta;">■</span> K 050       | <span style="color: purple;">■</span> B 40/50     |
| <span style="color: blue;">■</span> K T 50;50;20   | <span style="color: darkpurple;">■</span> B 25/50 |
| <span style="color: cyan;">■</span> K 40/50        | <span style="color: lightblue;">■</span> B 25/45  |
| <span style="color: green;">■</span> K 50/30       | <span style="color: lightblue;">■</span> B 25/40  |
| <span style="color: yellow;">■</span> K L 50;50;20 | <span style="color: lightblue;">■</span> B 20/40  |
| <span style="color: magenta;">■</span> K 25/25     | <span style="color: lightblue;">■</span> B 20/30  |

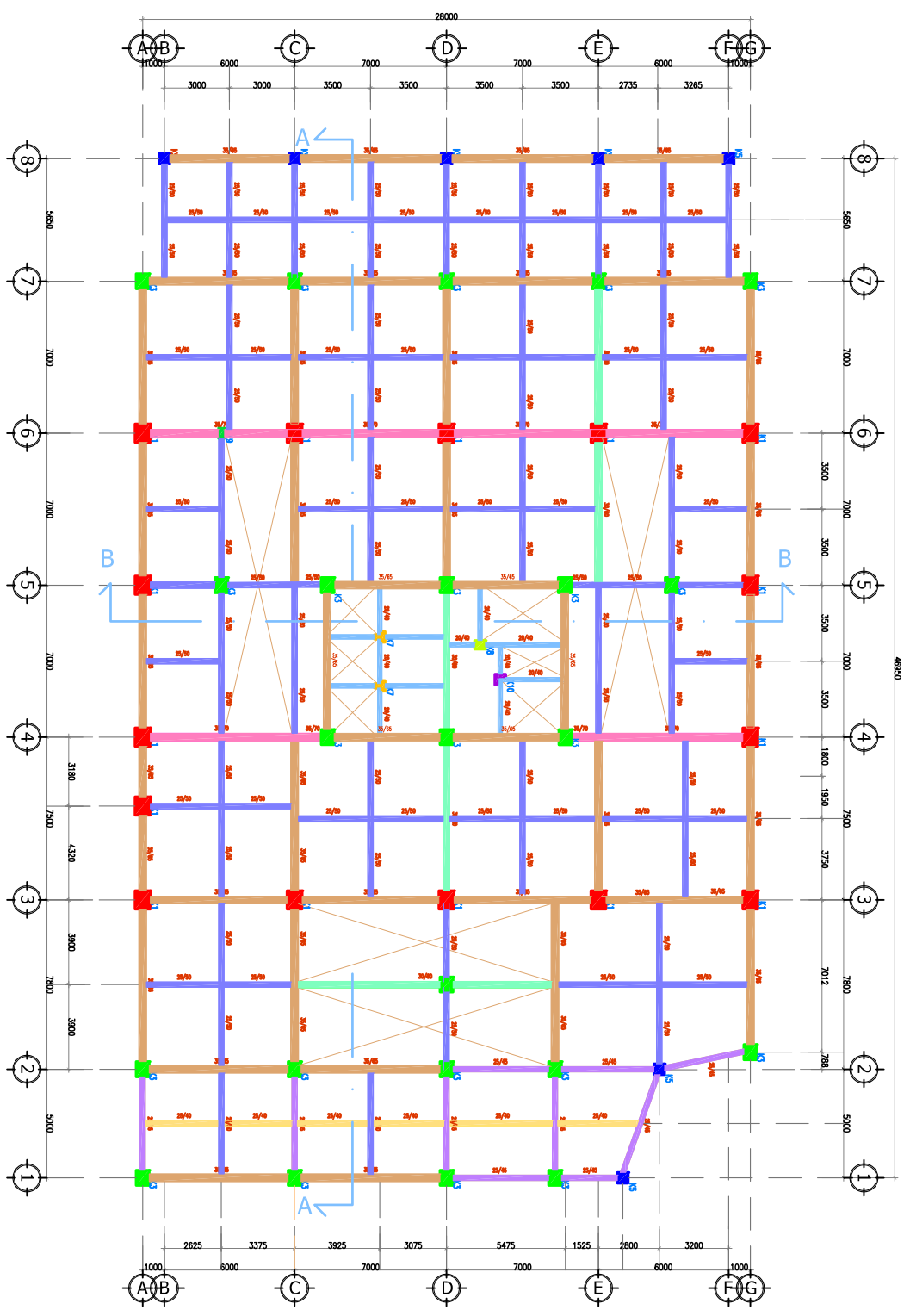
DENAH LANTAI – B2  
SKALA 1 : 300



K 85/70	B 35/70
K 80/60	B 35/65
K 70/60	B 35/60
K 65/50	B 30/60
K 50/50	B 30/50
K 0/50	B 40/50
K T 50.50.20	B 25/50
K 40/50	B 25/45
K 50/30	B 25/40
K L 50.50.20	B 20/40
K 25/25	B 20/30

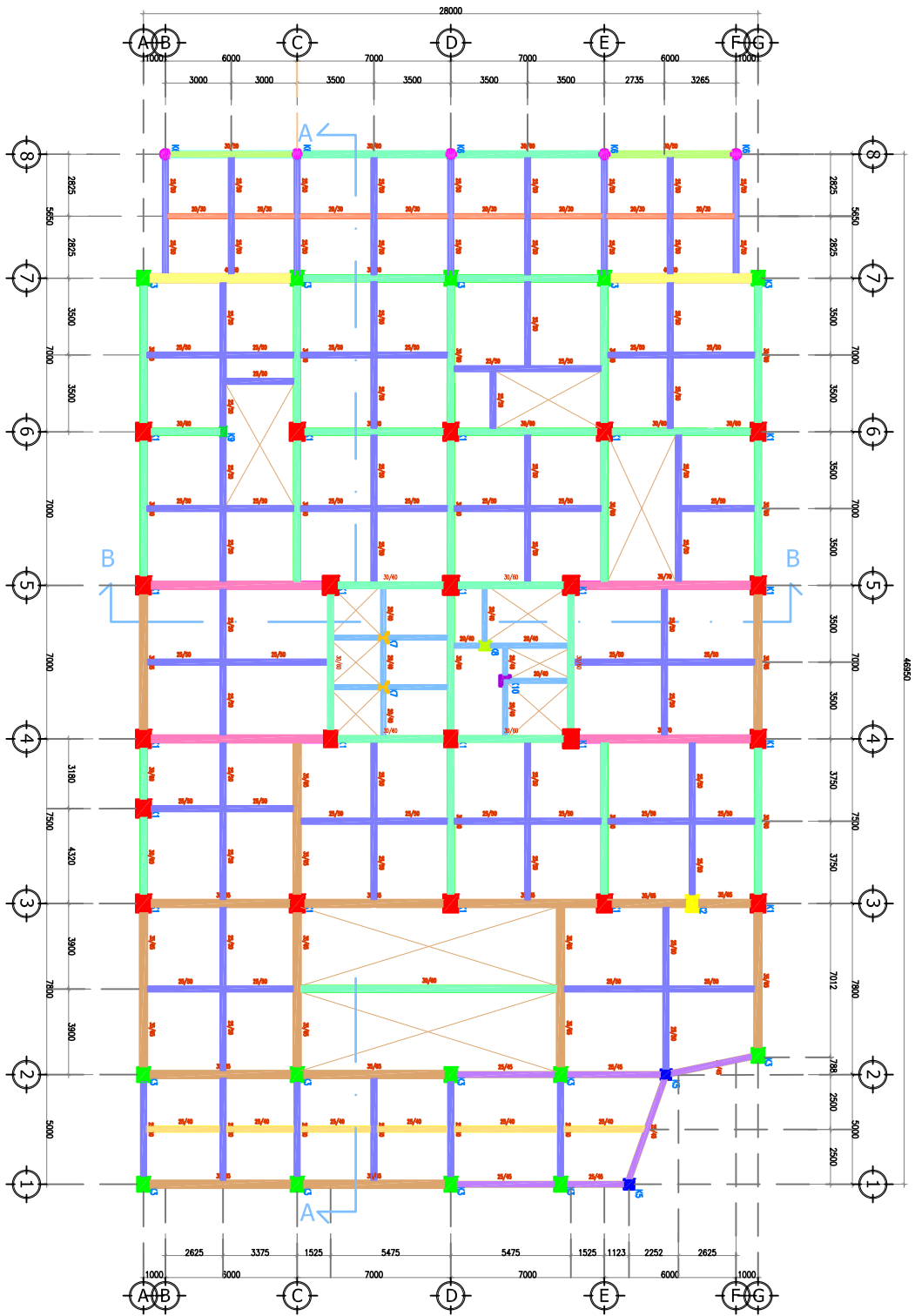
KETERANGAN

DENAH LANTAI – B1  
SKALA 1 : 300



- KETERANGAN**
- |   |              |   |         |
|---|--------------|---|---------|
| ■ | K 85/70      | ■ | B 35/70 |
| ■ | K 80/60      | ■ | B 35/65 |
| ■ | K 70/60      | ■ | B 35/60 |
| ■ | K 65/50      | ■ | B 30/60 |
| ■ | K 50/50      | ■ | B 30/50 |
| ■ | K 0/50       | ■ | B 40/50 |
| ■ | K T 50;50;20 | ■ | B 25/50 |
| ■ | K 40/50      | ■ | B 25/45 |
| ■ | K 50/30      | ■ | B 25/40 |
| ■ | K L 50;50;20 | ■ | B 20/40 |
| ■ | K 25/25      | ■ | B 20/30 |

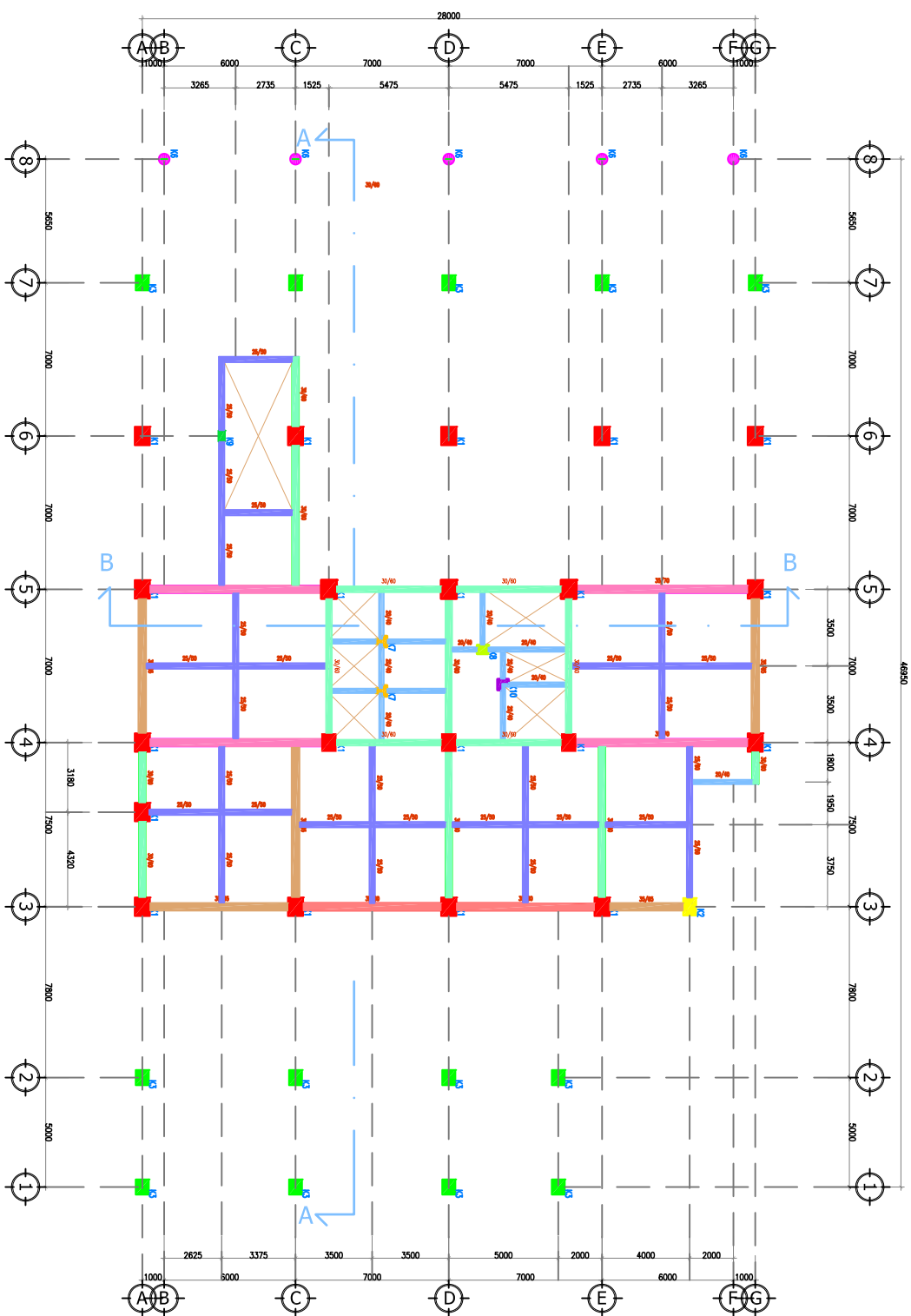
# DENAH LANTAI – LOBBY



■	K 85/70	■	B 35/70
■	K 80/60	■	B 35/65
■	K 70/60	■	B 35/60
■	K 65/50	■	B 30/60
■	K 50/50	■	B 30/50
■	K 0/50	■	B 40/50
■	K 1 50/50,20	■	B 25/50
■	K 40/50	■	B 25/45
■	K 50/30	■	B 25/40
■	K L 50/50,20	■	B 20/40
■	K 25/25	■	B 20/30

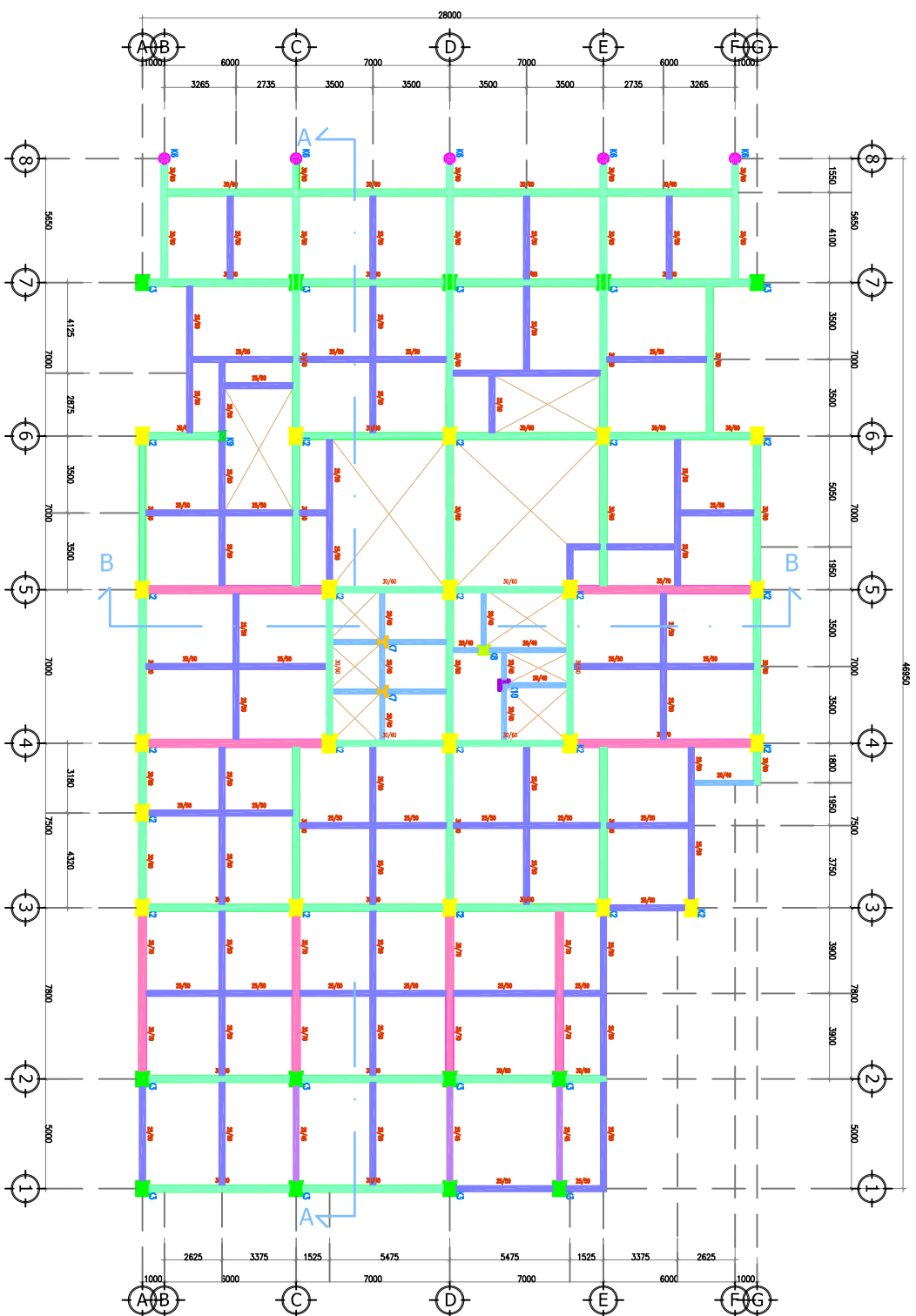
## KETERANGAN

DENAH LANTAI – MEZANINE  
SKALA 1 : 300



KETERANGAN

<span style="color: red;">■</span>	K 85/70	<span style="color: pink;">■</span>	B 35/70
<span style="color: yellow;">■</span>	K 80/60	<span style="color: lightpink;">■</span>	B 35/65
<span style="color: lightgreen;">■</span>	K 70/60	<span style="color: lightblue;">■</span>	B 35/60
<span style="color: green;">■</span>	K 65/50	<span style="color: blue;">■</span>	B 30/60
<span style="color: cyan;">■</span>	K 50/50	<span style="color: darkblue;">■</span>	B 30/50
<span style="color: blue;">■</span>	K 050	<span style="color: purple;">■</span>	B 40/50
<span style="color: magenta;">■</span>	K T 50;50;20	<span style="color: darkpurple;">■</span>	B 25/45
<span style="color: orange;">■</span>	K 40/50	<span style="color: brown;">■</span>	B 25/40
<span style="color: lightorange;">■</span>	K 50/30	<span style="color: tan;">■</span>	B 20/40
<span style="color: yelloworange;">■</span>	K L 50;50;20	<span style="color: gold;">■</span>	B 25/25
<span style="color: lightyellow;">■</span>	K 25/25	<span style="color: lightyellowgreen;">■</span>	B 20/30

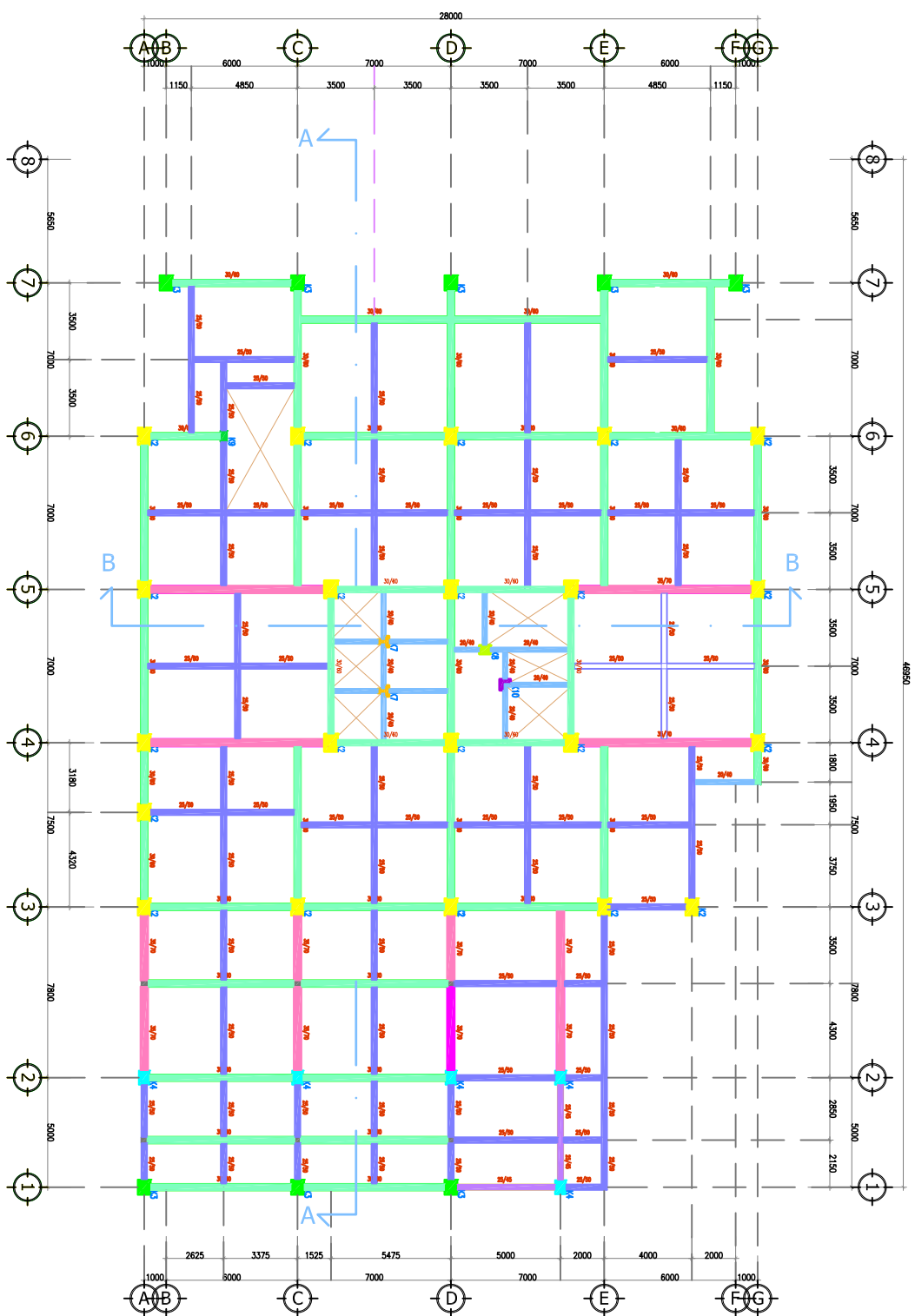


DENAH LANTAI - 1  
SKALA 1 : 300

# KETERANGAN

<span style="color: red;">■</span>	K 85/70	<span style="color: pink;">■</span>	B 35/70
<span style="color: yellow;">■</span>	K 80/60	<span style="color: lightpink;">■</span>	B 35/65
<span style="color: orange;">■</span>	K 70/60	<span style="color: lightblue;">■</span>	B 35/60
<span style="color: green;">■</span>	K 65/50	<span style="color: lightgreen;">■</span>	B 30/60
<span style="color: blue;">■</span>	K 50/50	<span style="color: lightyellow;">■</span>	B 30/50
<span style="color: purple;">■</span>	K 0/50	<span style="color: lightpurple;">■</span>	B 40/50
<span style="color: brown;">■</span>	K T 50:50:20	<span style="color: lightbrown;">■</span>	B 25/50
<span style="color: grey;">■</span>	K 40/50	<span style="color: lightgrey;">■</span>	B 25/45
	K 50/30	<span style="color: lightgrey;">■</span>	B 25/40
	K L 50:50:20	<span style="color: lightgrey;">■</span>	B 20/40
	K 25/25	<span style="color: lightgrey;">■</span>	B 20/30

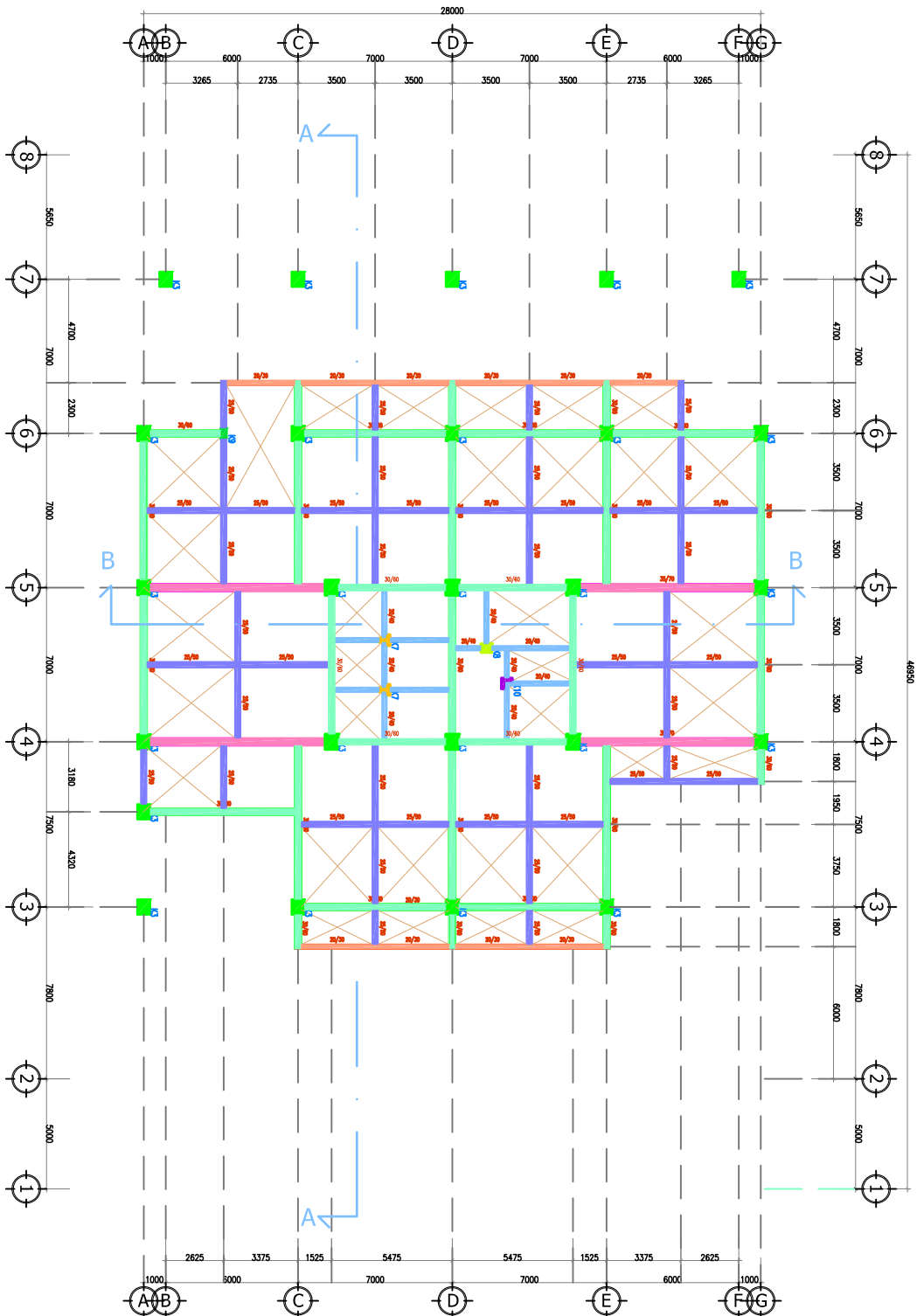
DENAH LANTAI - 2  
SKALA 1 : 300



■	K 85/70	■	B 35/70
■	K 80/60	■	B 35/65
■	K 70/60	■	B 35/60
■	K 65/50	■	B 30/60
■	K 50/50	■	B 30/50
■	K 050	■	B 40/50
■	K T 50,50,20	■	B 25/50
■	K 40/50	■	B 25/45
■	K 50/30	■	B 25/40
■	K L 50,50,20	■	B 20/40
■	K 25/25	■	B 20/30

KETERANGAN

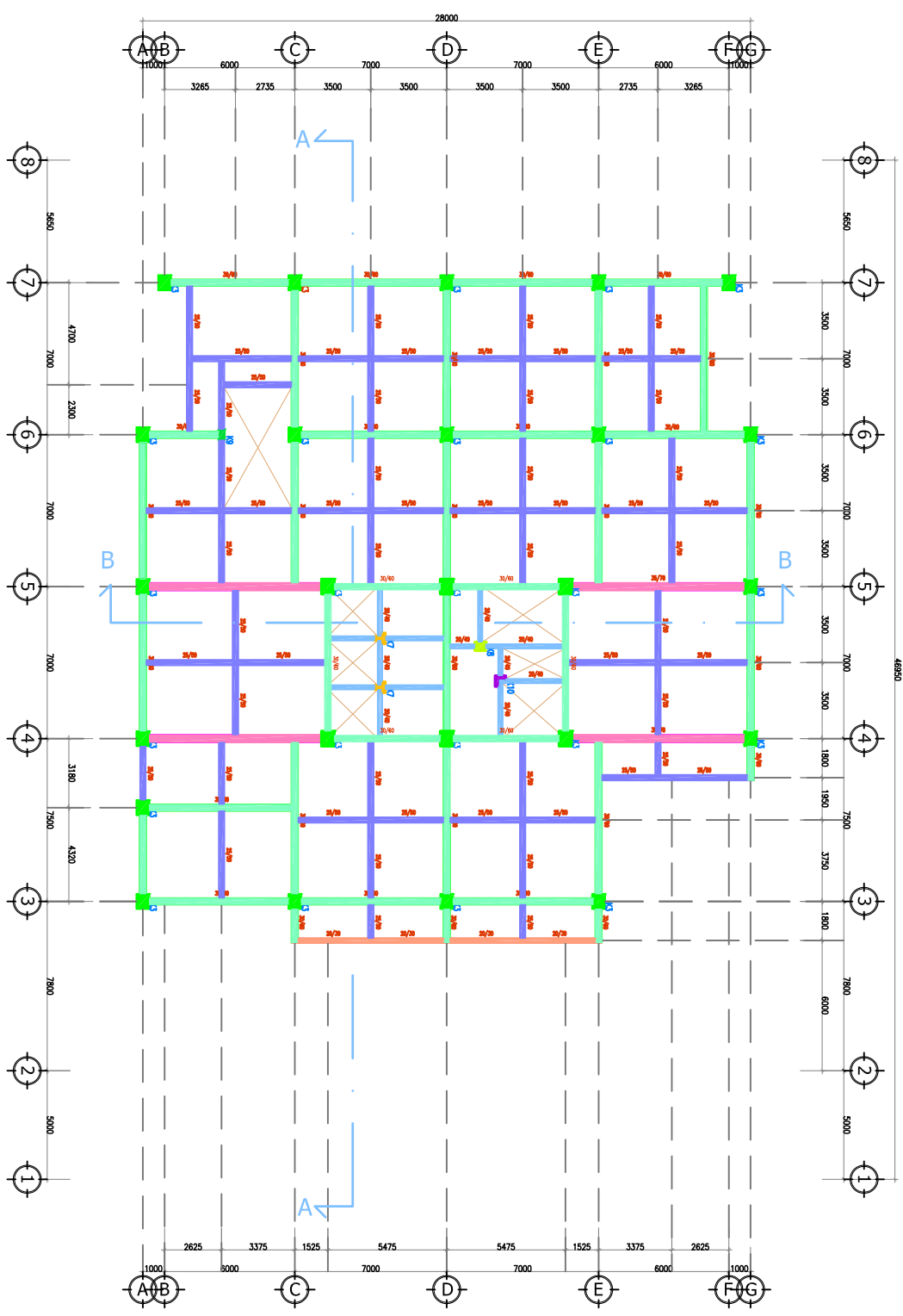
DENAH LANTAI – M/E  
SKALA 1 : 300



- KETERANGAN**
- |   |              |   |         |
|---|--------------|---|---------|
| ■ | K 85/70      | ■ | B 35/70 |
| ■ | K 80/60      | ■ | B 35/65 |
| ■ | K 70/60      | ■ | B 35/60 |
| ■ | K 65/50      | ■ | B 30/60 |
| ■ | K 50/50      | ■ | B 30/50 |
| ■ | K 050        | ■ | B 40/50 |
| ■ | K T 50:50:20 | ■ | B 25/45 |
| ■ | K 40/50      | ■ | B 25/40 |
| ■ | K 50/30      | ■ | B 20/40 |
| ■ | K L 50:50:20 | ■ | B 25/30 |
| ■ | K 25/25      |   |         |



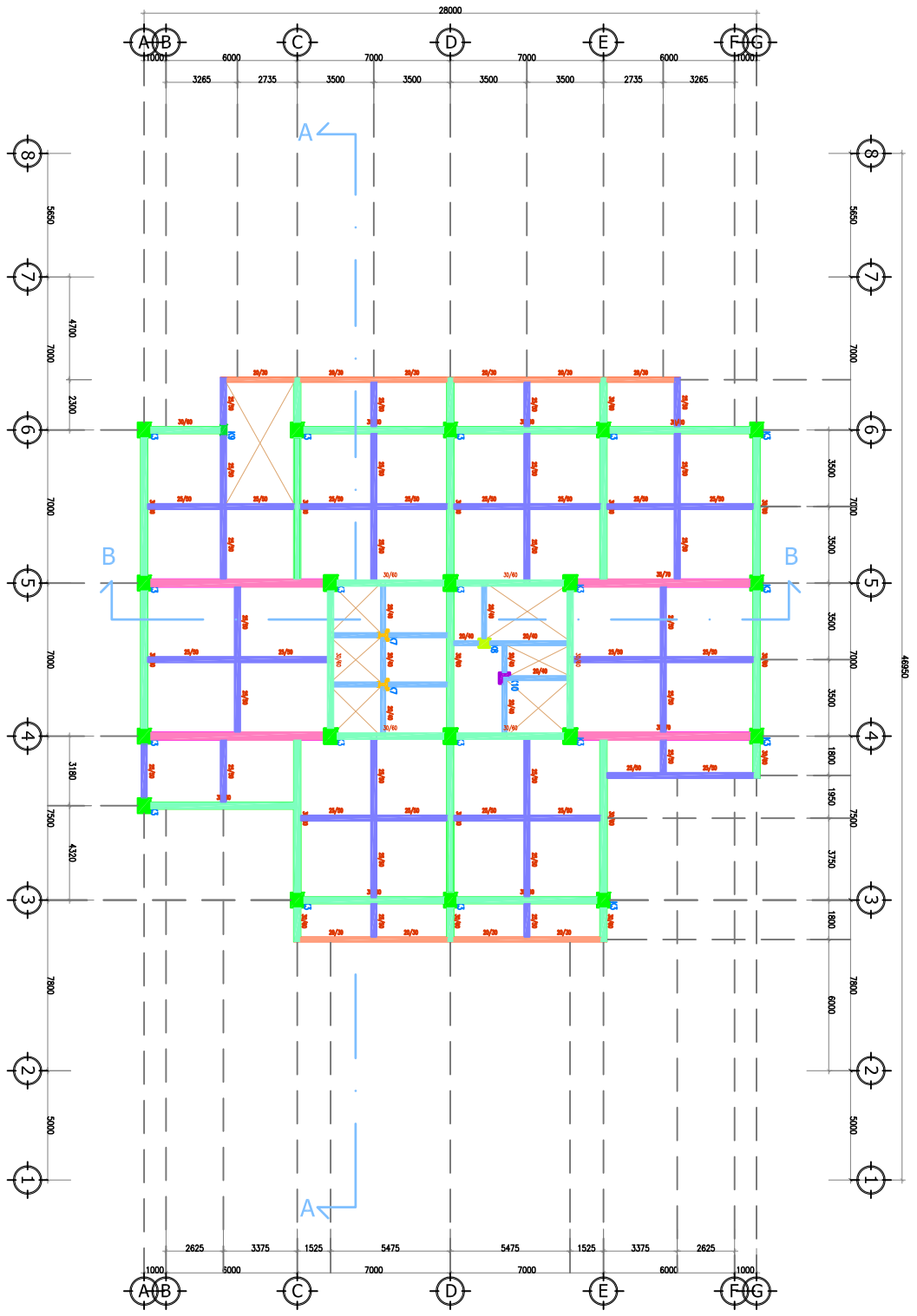
DENAH LANTAI – BEDROOM – 3  
SKALA 1 : 300



KETERANGAN

- |   |              |   |         |
|---|--------------|---|---------|
| ■ | K 85/70      | ■ | B 35/70 |
| ■ | K 80/60      | ■ | B 35/65 |
| ■ | K 70/60      | ■ | B 35/60 |
| ■ | K 65/50      | ■ | B 30/60 |
| ■ | K 50/50      | ■ | B 30/50 |
| ■ | K 050        | ■ | B 40/50 |
| ■ | K T 50,50,20 | ■ | B 25/50 |
| ■ | K 40/50      | ■ | B 25/45 |
| ■ | K 50/30      | ■ | B 25/40 |
| ■ | K L 50,50,20 | ■ | B 20/40 |
| ■ | K 25/25      | ■ | B 20/30 |

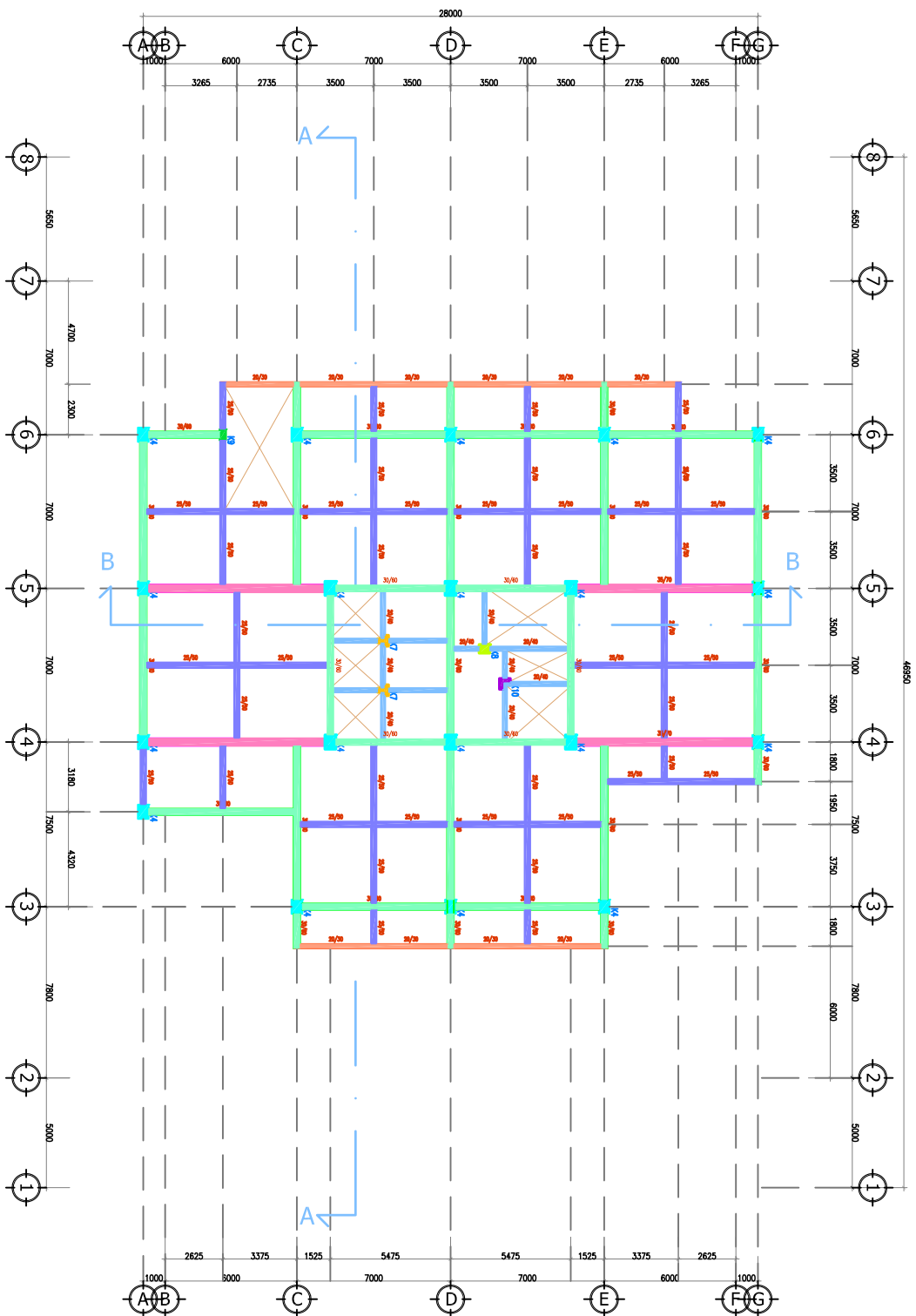
DENAH LANTAI – BEDROOM – 4 & 5  
SKALA 1 : 300



KETERANGAN

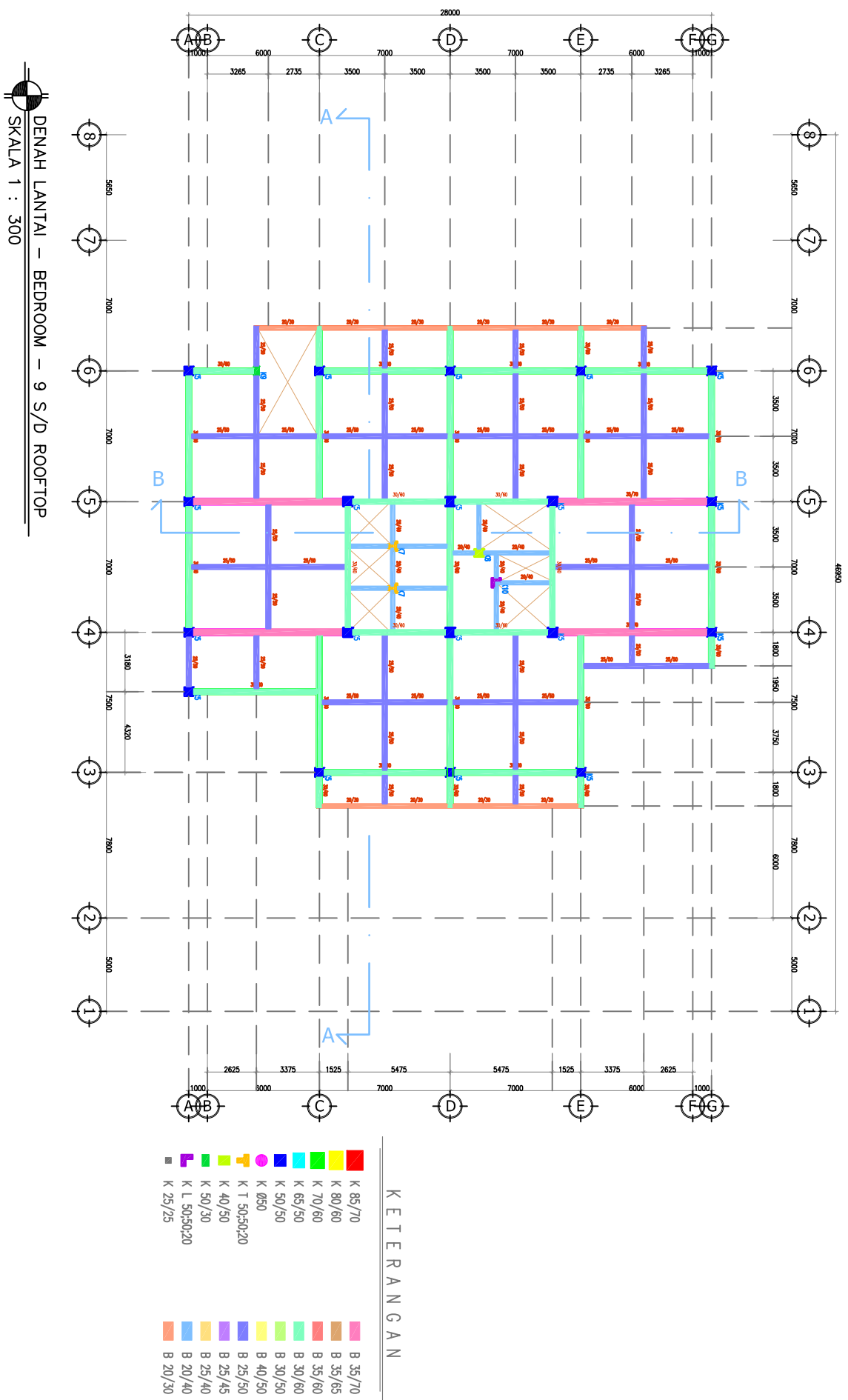
K 85/70	B 35/70
K 80/60	B 35/65
K 70/60	B 35/60
K 65/50	B 30/60
K 50/50	B 30/50
K 0/50	B 40/50
K T 50/50,20	B 25/50
K 40/50	B 25/45
K 50/30	B 25/40
K L 50/50,20	B 20/40
K 25/25	B 20/30

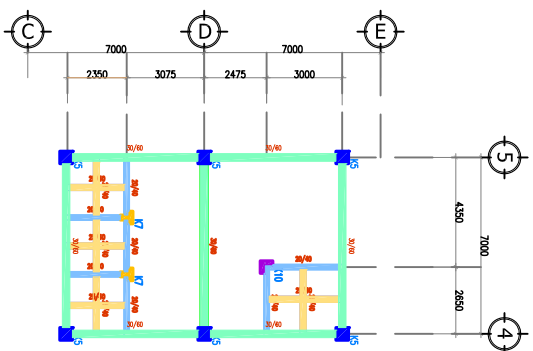
DENAH LANTAI – BEDROOM – 6 S/D 8  
SKALA 1 : 300



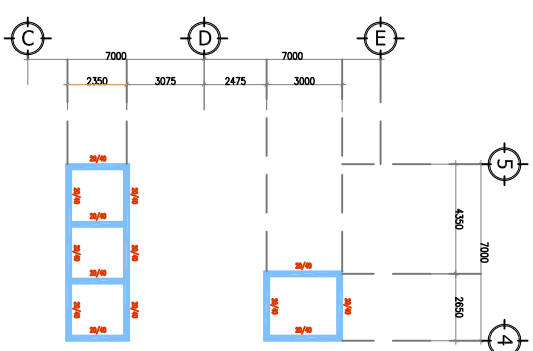
KETERANGAN

K 85/70	B 35/70
K 80/60	B 35/65
K 70/60	B 35/60
K 65/50	B 30/60
K 50/50	B 30/50
K 0/50	B 40/50
K T 50;50;20	B 25/50
K 40/50	B 25/45
K 50/30	B 25/40
K L 50;50;20	B 20/40
K 25/25	B 20/30





DENAH LANTAI – MESIN LIFT  
SKALA 1 : 300



DENAH LANTAI – PIT LIFT  
SKALA 1 : 300

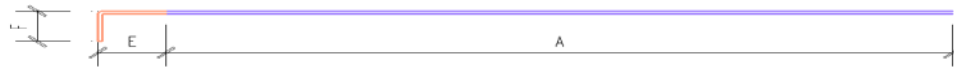
# KETERANGAN

<span style="color: red;">■</span>	K 85/70	<span style="color: pink;">■</span>	B 35/70
<span style="color: yellow;">■</span>	K 80/60	<span style="color: brown;">■</span>	B 35/65
<span style="color: green;">■</span>	K 70/60	<span style="color: red;">■</span>	B 35/60
<span style="color: cyan;">■</span>	K 65/50	<span style="color: orange;">■</span>	B 30/60
<span style="color: blue;">■</span>	K 50/50	<span style="color: lightgreen;">■</span>	B 30/50
<span style="color: magenta;">■</span>	K Ø50	<span style="color: yellow;">■</span>	B 40/50
<span style="color: black;">■</span>	K T 50;50;20	<span style="color: purple;">■</span>	B 25/50
<span style="color: black;">■</span>	K 40/50	<span style="color: blue;">■</span>	B 25/45
<span style="color: black;">■</span>	K 50/30	<span style="color: lightblue;">■</span>	B 25/40
<span style="color: black;">■</span>	K L 50;50;20	<span style="color: darkblue;">■</span>	B 20/40
<span style="color: black;">■</span>	K 25/25	<span style="color: darkred;">■</span>	B 20/30

## Model Penulangan Tipe Balok

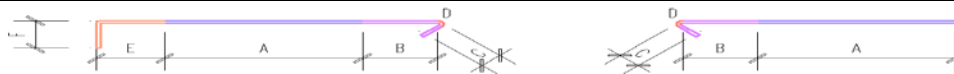
Tulangan Lentur atas lapis 1

Tipe 1



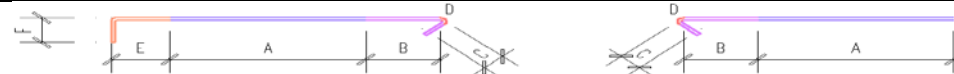
Tulangan Lentur atas lapis 1

Tipe 2



Tulangan Lentur atas lapis 2

Tipe 3



Tulangan Lentur bawah lapis 2


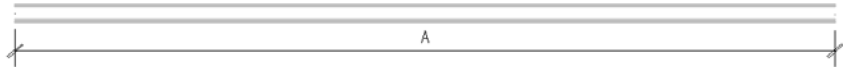
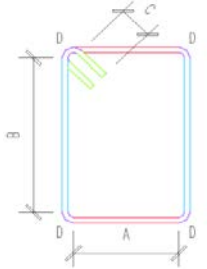
Tipe 4

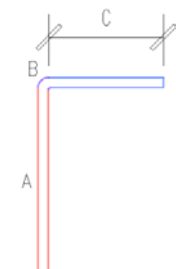
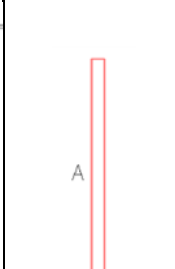
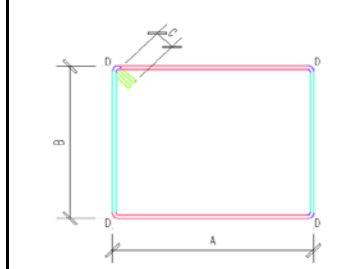
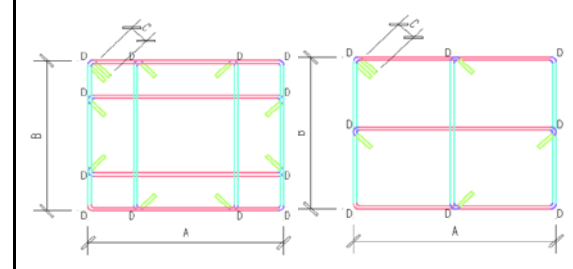
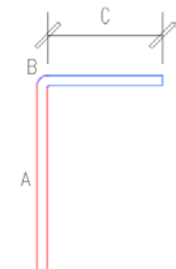
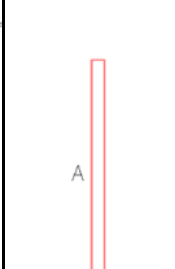


Tulangan Lentur bawah lapis 1

Tipe 5



Tulangan Lentur bawah lapis 1
Tipe 6

Torsi
Tipe 7

Tulangan Geser
Tipe 8


Model Penulangan Tipe Kolom			
Tulangan Lentur		Tulangan Geser	
Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
			
Model Penulangan Tipe Shearwall			
Tulangan Lentur			
Tipe 1	Tipe 2		
			



VOLUME BESI ELEMEN *SHEARWALL*

MODEL PENULANGAN	JML	DIA	JARAK	DIMENSI							PANJANG TULANGAN						TOTAL	JUMLAH TULANGAN	JUMLAH KOLOM/BALOK	BERAT	VOLUME
	n	Ø	S	BALOK		KOLOM			L		A	B	C	D	E	F	G=A+B+C+D+E+F	H	I	J	K=G*H*I*J
				b	h	b	h	r	tb												
	(buah)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m)	(buah)	(buah)	(kg/m)	(kg)

LANTAI B2

SHEARWALL

SW 1				5475		350	3000														
Tipe 1	2	22	200								3000						3	56	2	2,984042	1002,638
Tipe 2	2	16	450								5475	350	96	64			12,098	7	2	1,578336	267,326
Jumlah Total Berat Besi =																				1269,964	
SW 2				7000		350	3000														
Tipe 1	2	22	200								3000						3	70	1	2,984042	626,649
Tipe 2	2	16	450								7000	350	96	64			15,148	7	1	1,578336	167,360
Jumlah Total Berat Besi =																				794,009	
SW 2				7000		350	3000														
Tipe 1	2	22	200								3000						3	70	1	2,984042	626,649
Tipe 2	2	16	450								7000	350	96	64			15,148	7	1	1,578336	167,360
Jumlah Total Berat Besi =																				794,009	
SW 1				2350		350	3000														
Tipe 1	2	22	200								3000						3	24	2	2,984042	429,702
Tipe 2	2	16	450								2350	350	96	64			5,848	7	2	1,578336	129,222
Jumlah Total Berat Besi =																				558,924	

J U M L A H

3416,906

**GEDUNG SISTEM GANDA**

**VOLUME BESI ELEMEN KOLOM**

MODEL PENULANGAN	JML	DIA	JARAK	DIMENSI						PANJANG TULANGAN						TOTAL	JUMLAH TULANGAN	JUMLAH KOLOM/BALOK	BERAT	VOLUME	
				BALOK		KOLOM															L
	n	Ø	S	b	h	b	h	r	tb	A	B	C	D	E	F	G=A+B+C+D+E+F	H	I	J	K=G*H*I*J	
	(buah)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m)	(buah)	(buah)	(kg/m)	

**LANTAI B3**

KOLOM

K1 (70/85)	16D	22	850	700	3000														
Tipe 1		22			3000	88	264		3,352	4	6	2,984042	240,060						
Tipe 2		22			3000				3	12	6	2,984042	644,553						
Tipe 3	2kaki	13	100		850	700	78	52	3,464	23	6	1,041948	498,085						
Tipe 4	4kaki	13	100		850	700	78	52	7,604	7	6	1,041948	332,765						
Jumlah Total Berat Besi =													1715,463						
K3 (60/70)	12D	22	700	600	3000														
Tipe 1		22			3000	88	264		3,352	4	8	2,984042	320,080						
Tipe 2		22			3000				3	8	8	2,984042	572,936						
Tipe 3	2kaki	13	100		700	600	78	52	2,964	24	8	1,041948	592,960						
Tipe 4	4kaki	13	100		700	600	78	52	6,604	6	8	1,041948	330,289						
Jumlah Total Berat Besi =													1816,266						

J U M L A H		3531,729
-------------	--	----------

3531,729

GEDUNG SISTEM GANDA

VOLUME BESI ELEMEN BALOK

MODEL PENULANGAN	JML	DIA	JARAK		DIMENSI						PANJANG TULANGAN						TOTAL	JUMLAH TULANGAN	JUMLAH KOLOM/BALOK	BERAT	VOLUME	
	n	Ø	Stu	Sla	BALOK		KOLOM				L							G=A+B+C+D+E+F	H	I	J	K=G*H*I*J
					b	h	b	h	r	tb		A	B	C	D	E	F					
					(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)					
(buah)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m)	(buah)	(buah)	(kg/m)	(kg)		
LANTAI B3																						
BALOK 35/65																						
B 35/65					350	650					7000											
Tipe 1	2	22										7000				385,6	264	7,650	2	11	2,984042	502,188
Tipe 2	3	22										3500	589	132	132	385,6	264	5,003	3	11	2,984042	492,623
Tipe 3																		0,000	0	11	0	0,000
Tipe 4																		0,000	0	11	0	0,000
Tipe 5																		0,000	0	11	0	0,000
Tipe 6	3	22										7000				385,6	264	7,650	3	11	2,984042	753,282
Tipe 7	4	10										7386						7,386	4	11	0,616538	200,354
Tipe 8	2kaki	10	120	250								350	650	60	40			1,100	43	11	0,616538	320,784
Jumlah Total Berat Besi =																					2269,230	
B 35/65					350	650					5000											
Tipe 1	2	22										5000				385,6	264	5,650	2	3	2,984042	101,152
Tipe 2	3	22										2500	589	132	132	385,6	264	4,003	3	3	2,984042	107,495
Tipe 3																		0,000	0	3	0	0,000
Tipe 4																		0,000	0	3	0	0,000
Tipe 5																		0,000	0	3	0	0,000
Tipe 6	3	22										5000				385,6	264	5,650	3	3	2,984042	151,728
Tipe 7	4	10										5386						5,386	4	3	0,616538	39,845
Tipe 8	2kaki	10	120	250								350	650	60	40			1,100	31	3	0,616538	63,072
Jumlah Total Berat Besi =																					463,292	
B 35/65					350	650					2825											
Tipe 1	2	22										2825				385,6	264	3,475	2	1	2,984042	20,737
Tipe 2	3	22										1413	589	132	132	385,6	264	2,915	3	1	2,984042	26,096
Tipe 3																		0,000	0	1	0	0,000
Tipe 4																		0,000	0	1	0	0,000
Tipe 5																		0,000	0	1	0	0,000
Tipe 6	3	22										2825				385,6	264	3,475	3	1	2,984042	31,105
Tipe 7	4	10										3211						3,211	4	1	0,616538	7,918
Tipe 8	2kaki	10	120	250								350	650	60	40			1,100	17	1	0,616538	11,529
Jumlah Total Berat Besi =																					97,385	
B 35/65					350	650					5050											
Tipe 1	2	22										5050				385,6	264	5,700	2	3	2,984042	102,047
Tipe 2	3	22										2525	589	132	132	385,6	264	4,028	3	3	2,984042	108,167
Tipe 3																		0,000	0	3	0	0,000

Tipe 4										0,000	0	3	0	0,000
Tipe 5										0,000	0	3	0	0,000
Tipe 6	3	22				5050		385,6	264	5,700	3	3	2,984042	153,071
Tipe 7	4	10				5436				5,436	4	3	0,616538	40,215
Tipe 8	2kaki	10	120	250		350	650	60	40	1,100	31	3	0,616538	63,072

**Jumlah Total Berat Besi = 466,571**

B 35/65		350		650		5700											
Tipe 1	2	22					5700			385,6	264	6,350	2	3	2,984042	113,685	
Tipe 2	3	22					2850	589	132	132	385,6	264	4,353	3	3	2,984042	116,895
Tipe 3													0,000	0	3	0	0,000
Tipe 4													0,000	0	3	0	0,000
Tipe 5													0,000	0	3	0	0,000
Tipe 6	3	22					5700			385,6	264	6,350	3	3	2,984042	170,527	
Tipe 7	4	10					6086					6,086	4	3	0,616538	45,024	
Tipe 8	2kaki	10	120	250			350	650	60	40			1,100	35	3	0,616538	71,210

**Jumlah Total Berat Besi = 517,341**

**J U M L A H 3813,819**

# **BALOK 25/50**

B 25/50																	
		250		500				7000									
Tipe 1	2	16					7000		280,4		192	7,472	2	10	1,578336	235,880	
Tipe 2	2	16					3500	442	96	96	280,4	192	4,606	2	10	1,578336	145,410
Tipe 3																	
Tipe 4																	
Tipe 5	1	16					3500	442	96	96			4,134	1	10	1,578336	65,248
Tipe 6	2	16					7000			280,4		192	7,472	2	10	1,578336	235,880
Tipe 7	2	10					7280						7,280	2	10	0,616538	89,773
Tipe 8	2kaki	10	90	200			250	500	60	40			0,850	56	10	0,616538	293,472

**Jumlah Total Berat Besi = 1065,664**

										Jumlah Total Berat Bersih			1000,00				
B 25/50	250 500				2825												
Tipe 1	2	16					2825		280,4	192	3,297	2	1	1,578336	10,409		
Tipe 2	2	16					1413	442	96	96	280,4	192	2,519	2	1	1,578336	7,951
Tipe 3											0,000	0	1	0	0,000		
Tipe 4											0,000	0	1	0	0,000		
Tipe 5	1	16					1413	442	96	96	2,047	1	1	1,578336	3,230		
Tipe 6	2	16					2825			280,4	192	3,297	2	1	1,578336	10,409	
Tipe 7	2	10					3105				3,105	2	1	0,616538	3,829		
Tipe 8	2kaki	10	90	200					250	500	60	40	0,850	23	1	0,616538	12,053

**Jumlah Total Berat Besi = 47,882**

										Jumlah Total Berat Bersih				47,862			
B 25/50			250	500			2000										
Tipe 1	2	16					2000		280,4	192	2,472	2	3	1,578336	23,414		
Tipe 2	2	16					1000	442	96	96	280,4	192	2,106	2	3	1,578336	19,948
Tipe 3											0,000	0	3	0		0,000	
Tipe 4											0,000	0	3	0		0,000	
Tipe 5	1	16					1000	442	96	96	1,634	1	3	1,578336		7,737	

Tipe 6	2	16							2000	280,4	192	2,472	2	3	1,578336	23,414			
Tipe 7	2	10							2280			2,280	2	3	0,616538	8,436			
Tipe 8	2kaki	10	90	200					250	500	60	40	0,850	16	3	0,616538	25,155		
														Jumlah Total Berat Besi =		108,104			
B 25/50			250	500					2500										
Tipe 1	2	16							2500	280,4	192	2,972	2	2	1,578336	18,766			
Tipe 2	2	16							1250	442	96	96	280,4	192	2,356	2	2	1,578336	14,877
Tipe 3												0,000	0	2	0	0,000			
Tipe 4												0,000	0	2	0	0,000			
Tipe 5	1	16							1250	442	96	96			1,884	1	2	1,578336	5,947
Tipe 6	2	16							2500			280,4	192		2,972	2	2	1,578336	18,766
Tipe 7	2	10							2780						2,780	2	2	0,616538	6,857
Tipe 8	2kaki	10	90	200					250	500	60	40	0,850	20	2	0,616538	20,962		
														Jumlah Total Berat Besi =		86,175			
B 25/50			250	500					5050										
Tipe 1	2	16							5050	280,4	192	5,522	2	2	1,578336	34,865			
Tipe 2	2	16							2525	442	96	96	280,4	192	3,631	2	2	1,578336	22,926
Tipe 3												0,000	0	2	0	0,000			
Tipe 4												0,000	0	2	0	0,000			
Tipe 5	1	16							2525	442	96	96			3,159	1	2	1,578336	9,972
Tipe 6	2	16							5050			280,4	192		5,522	2	2	1,578336	34,865
Tipe 7	2	10							5330						5,330	2	2	0,616538	13,146
Tipe 8	2kaki	10	90	200					250	500	60	40	0,850	41	2	0,616538	42,973		
														Jumlah Total Berat Besi =		158,747			
B 25/50			250	500					5700										
Tipe 1	2	16							5700	280,4	192	6,172	2	3	1,578336	58,453			
Tipe 2	2	16							2850	442	96	96	280,4	192	3,956	2	3	1,578336	37,467
Tipe 3												0,000	0	3	0	0,000			
Tipe 4												0,000	0	3	0	0,000			
Tipe 5	1	16							2850	442	96	96			3,484	1	3	1,578336	16,497
Tipe 6	2	16							5700			280,4	192		6,172	2	3	1,578336	58,453
Tipe 7	2	10							5980						5,980	2	3	0,616538	22,123
Tipe 8	2kaki	10	90	200					250	500	60	40	0,850	46	3	0,616538	72,320		
														Jumlah Total Berat Besi =		265,313			
J U M L A H																1731,885			
TOTAL J U M L A H																5545,704			

VOLUME BESI ELEMEN KOLOM

MODEL PENULANGAN	JML	DIA	JARAK	DIMENSI						L	PANJANG TULANGAN						TOTAL	JUMLAH TULANGAN	JUMLAH KOLOM/BALOK	BERAT	VOLUME
	n	Ø	S	BALOK		KOLOM					A	B	C	D	E	F	G=A+B+C+D+E+F	H	I	J	K=G*H*I*J
				b	h	b	h	r	tb												
	(buah)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m)	(buah)	(buah)	(kg/m)	(kg)
LANTAI B3																					
KOLOM																					
K1 (70/85)	16D	22		850	700					3000											
Tipe 1		22									3000	88	264				3,352	4	6	2,984042	240,060
Tipe 2		22									3000						3	12	6	2,984042	644,553
Tipe 3	2kaki	13	100								850	700	78	52			3,464	23	6	1,041948	498,085
Tipe 4	4kaki	13	100								850	700	78	52			7,604	7	6	1,041948	332,765
Jumlah Total Berat Besi =																			1715,463		
K3 (60/70)	12D	22		700	600					3000											
Tipe 1		22									3000	88	264				3,352	4	8	2,984042	320,080
Tipe 2		22									3000						3	8	8	2,984042	572,936
Tipe 3	2kaki	13	100								700	600	78	52			2,964	24	8	1,041948	592,960
Tipe 4	4kaki	13	100								700	600	78	52			6,604	6	8	1,041948	330,289
Jumlah Total Berat Besi =																			1816,266		
J U M L A H																					
3531,729																					

VOLUME BESI ELEMEN BALOK

MODEL PENULANGAN	JML	DIA	JARAK		DIMENSI						PANJANG TULANGAN						TOTAL	JUMLAH TULANGAN	JUMLAH KOLOM/BALOK	BERAT	VOLUME	
	n	Ø	Stu	Sla	BALOK		KOLOM				L							G=A+B+C+D+E+F	H	I	J	K=G*H*I*J
					b	h	b	h	r	tb		A	B	C	D	E	F					
					(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)					
(buah)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m)	(buah)	(buah)	(kg/m)	(kg)		
LANTAI B3																						
BALOK 35/65																						
B 35/65					350	650					7000											
Tipe 1	2	22									7000				385,6	264	7,650	2	11	2,984042	502,188	
Tipe 2	3	22									3500	589	132	132	385,6	264	5,003	3	11	2,984042	492,623	
Tipe 3																	0,000	0	11	0	0,000	
Tipe 4																	0,000	0	11	0	0,000	
Tipe 5																	0,000	0	11	0	0,000	
Tipe 6	3	22									7000				385,6	264	7,650	3	11	2,984042	753,282	
Tipe 7	4	10									7386						7,386	4	11	0,616538	200,354	
Tipe 8	2kaki	10	120	250							350	650	60	40			1,100	43	11	0,616538	320,784	
Jumlah Total Berat Besi =																					2269,230	
B 35/65					350	650					5000											
Tipe 1	2	22									5000				385,6	264	5,650	2	3	2,984042	101,152	
Tipe 2	3	22									2500	589	132	132	385,6	264	4,003	3	3	2,984042	107,495	
Tipe 3																	0,000	0	3	0	0,000	
Tipe 4																	0,000	0	3	0	0,000	
Tipe 5																	0,000	0	3	0	0,000	
Tipe 6	3	22									5000				385,6	264	5,650	3	3	2,984042	151,728	
Tipe 7	4	10									5386						5,386	4	3	0,616538	39,845	
Tipe 8	2kaki	10	120	250							350	650	60	40			1,100	31	3	0,616538	63,072	
Jumlah Total Berat Besi =																					463,292	
B 35/65					350	650					2825											
Tipe 1	2	22									2825				385,6	264	3,475	2	1	2,984042	20,737	
Tipe 2	3	22									1413	589	132	132	385,6	264	2,915	3	1	2,984042	26,096	
Tipe 3																	0,000	0	1	0	0,000	
Tipe 4																	0,000	0	1	0	0,000	
Tipe 5																	0,000	0	1	0	0,000	
Tipe 6	3	22									2825				385,6	264	3,475	3	1	2,984042	31,105	
Tipe 7	4	10									3211						3,211	4	1	0,616538	7,918	
Tipe 8	2kaki	10	120	250							350	650	60	40			1,100	17	1	0,616538	11,529	
Jumlah Total Berat Besi =																					97,385	
B 35/65					350	650					5050											
Tipe 1	2	22									5050				385,6	264	5,700	2	3	2,984042	102,047	
Tipe 2	3	22									2525	589	132	132	385,6	264	4,028	3	3	2,984042	108,167	
Tipe 3																	0,000	0	3	0	0,000	

Tipe 4											0,000	0	3	0	0,000
Tipe 5											0,000	0	3	0	0,000
Tipe 6	3	22				5050			385,6	264	5,700	3	3	2,984042	153,071
Tipe 7	4	10				5436					5,436	4	3	0,616538	40,215
Tipe 8	2kaki	10	120	250		350	650	60	40		1,100	31	3	0,616538	63,072

**Jumlah Total Berat Besi = 466,571**

B 35/65		350		650		5700											
Tipe 1	2	22					5700			385,6	264	6,350	2	3	2,984042	113,685	
Tipe 2	3	22					2850	589	132	132	385,6	264	4,353	3	3	2,984042	116,895
Tipe 3													0,000	0	3	0	0,000
Tipe 4													0,000	0	3	0	0,000
Tipe 5													0,000	0	3	0	0,000
Tipe 6	3	22					5700			385,6	264	6,350	3	3	2,984042	170,527	
Tipe 7	4	10					6086					6,086	4	3	0,616538	45,024	
Tipe 8	2kaki	10	120	250			350	650	60	40			1,100	35	3	0,616538	71,210

**Jumlah Total Berat Besi = 517,341**

**J U M L A H 3813,819**

# BALOK 25/50

B 25/50																
		250		500		7000										
Tipe 1	2	16				7000			280,4	192	7,472	2	10	1,578336	235,880	
Tipe 2	1	16				3500	442	96	96	280,4	192	4,606	1	10	1,578336	72,705
Tipe 3	2	16				3500	442	96	96	280,4	192	4,606	2	10	1,578336	145,410
Tipe 4												0,000	0	10	0	0,000
Tipe 5	1	16				3500	442	96	96			4,134	1	10	1,578336	65,248
Tipe 6	2	16				7000				280,4	192	7,472	2	10	1,578336	235,880
Tipe 7	2	10				7280						7,280	2	10	0,616538	89,773
Tipe 8	2kaki	10	90	200		250	500	60	40			0,850	56	10	0,616538	293,472

**Jumlah Total Berat Besi = 1138,369**

											Jumlah Total Berat Bata			110,000			
B 25/50	250 500				2825												
Tipe 1	2	16					2825			280,4	192	3,297	2	1	1,578336	10,409	
Tipe 2	1	16					1413	442	96	96	280,4	192	2,519	1	1	1,578336	3,976
Tipe 3	2	16					1413	442	96	96	280,4	192	2,519	2	1	1,578336	7,951
Tipe 4													0,000	0	1	0	0,000
Tipe 5	1	16					1413	442	96	96			2,047	1	1	1,578336	3,230
Tipe 6	2	16					2825			280,4	192	3,297	2	1	1,578336	10,409	
Tipe 7	2	10					3105					3,105	2	1	0,616538	3,829	
Tipe 8	2kaki	10	90	200			250	500	60	40			0,850	23	1	0,616538	12,053

**Jumlah Total Berat Besi = 51,858**

B 25/50											250			500			2000			Jumlah Total Berat Bersih				23,000
Tipe 1	2	16							2000					280,4	192		2,472	2	3	1,578336	23,414			
Tipe 2	1	16							1000	442	96	96		280,4	192		2,106	1	3	1,578336	9,974			
Tipe 3	2	16							1000	442	96	96		280,4	192		2,106	2	3	1,578336	19,948			
Tipe 4																	0,000	0	3	0	0,000			
Tipe 5	1	16							1000	442	96	96					1,634	1	3	1,578336	7,737			



Tipe 6	2	16				2000			280,4	192	2,472	2	3	1,578336	23,414	
Tipe 7	2	10				2280					2,280	2	3	0,616538	8,436	
Tipe 8	2kaki	10	90	200		250	500	60	40		0,850	16	3	0,616538	25,155	
Jumlah Total Berat Besi =													118,078			
B 25/50			250	500		2500										
Tipe 1	2	16				2500			280,4	192	2,972	2	2	1,578336	18,766	
Tipe 2	1	16				1250	442	96	96	280,4	192	2,356	1	2	1,578336	7,438
Tipe 3	2	16				1250	442	96	96	280,4	192	2,356	2	2	1,578336	14,877
Tipe 4											0,000	0	2	0	0,000	
Tipe 5	1	16				1250	442	96	96		1,884	1	2	1,578336	5,947	
Tipe 6	2	16				2500			280,4	192	2,972	2	2	1,578336	18,766	
Tipe 7	2	10				2780					2,780	2	2	0,616538	6,857	
Tipe 8	2kaki	10	90	200		250	500	60	40		0,850	20	2	0,616538	20,962	
Jumlah Total Berat Besi =													93,614			
B 25/50			250	500		5050										
Tipe 1	2	16				5050			280,4	192	5,522	2	2	1,578336	34,865	
Tipe 2	1	16				2525	442	96	96	280,4	192	3,631	1	2	1,578336	11,463
Tipe 3	2	16				2525	442	96	96	280,4	192	3,631	2	2	1,578336	22,926
Tipe 4											0,000	0	2	0	0,000	
Tipe 5	1	16				2525	442	96	96		3,159	1	2	1,578336	9,972	
Tipe 6	2	16				5050			280,4	192	5,522	2	2	1,578336	34,865	
Tipe 7	2	10				5330					5,330	2	2	0,616538	13,146	
Tipe 8	2kaki	10	90	200		250	500	60	40		0,850	41	2	0,616538	42,973	
Jumlah Total Berat Besi =													170,210			
B 25/50			250	500		5700										
Tipe 1	2	16				5700			280,4	192	6,172	2	3	1,578336	58,453	
Tipe 2	1	16				2850	442	96	96	280,4	192	3,956	1	3	1,578336	18,734
Tipe 3	2	16				2850	442	96	96	280,4	192	3,956	2	3	1,578336	37,467
Tipe 4											0,000	0	3	0	0,000	
Tipe 5	1	16				2850	442	96	96		3,484	1	3	1,578336	16,497	
Tipe 6	2	16				5700			280,4	192	6,172	2	3	1,578336	58,453	
Tipe 7	2	10				5980					5,980	2	3	0,616538	22,123	
Tipe 8	2kaki	10	90	200		250	500	60	40		0,850	46	3	0,616538	72,320	
Jumlah Total Berat Besi =													284,047			
J U M L A H															1856,175	
TOTAL J U M L A H															5669,994	

**GEDUNG SISTEM GANDA**

**REKAPITULASI VOLUME BESI**

ELEMEN	DIA	TOTAL BERAT BESI				TOTAL SISA BESI		
	Ø							
	(mm)	(kg)	(m)	(lonjoran)		(m)	(lonjoran)	(%)
LANTAI B3								
KOLOM								
	22	1777,6295	595,7120	49,6427	50,0000	4,2880	0,3573	1,4293
	13	1754,0994	1683,4800	140,2900	141,0000	8,5200	0,7100	1,0371
BALOK								
	22	2950,7958	988,8587	82,4049	86,0000	43,1413	3,5951	50,7563
	16	1120,7862	710,1062	59,1755	63,0000	45,8938	3,8245	62,2370
	10	1474,1218	2390,9683	199,2474	203,0000	45,0317	3,7526	66,9104
LANTAI B2								
SHEARWALL								
	22	2685,6376	900,0000	75,0000	76,0000	12,0000	1,0000	5,5556
	16	731,2684	463,3160	38,6097	40,0000	16,6840	1,3903	12,0748
KOLOM								
	22	5215,4127	1747,7680	145,6473	149,0000	40,2320	3,3527	73,3582
	13	4997,8934	4796,6800	399,7233	403,0000	39,3200	3,2767	24,1636
	10	89,5706	145,2800	12,1067	13,0000	10,7200	0,8933	12,8889
BALOK								
	22	5543,5305	1857,7255	154,8105	160,0000	62,2745	5,1895	69,5909
	19	121,2208	54,4641	4,5387	5,0000	5,5359	0,4613	9,2265
	16	3285,3063	2081,4998	173,4583	180,0000	78,5002	6,5417	151,1875
	12	613,7450	691,2990	57,6082	67,0000	112,7010	9,3918	404,5891
	10	3936,1893	6384,3463	532,0289	550,0000	215,6537	17,9711	350,0555
	8	32,8435	83,2359	6,9363	10,0000	36,7641	3,0637	211,5535
LANTAI B1								
SHEARWALL								

	22	2998,9620	1005,0000	83,7500	86,0000	27,0000	2,2500	11,1607
	16	835,7353	529,5040	44,1253	47,0000	34,4960	2,8747	24,0349
KOLOM								
	22	5204,7239	1744,1860	145,3488	149,0000	43,8140	3,6512	84,8571
	13	4574,3038	4390,1440	365,8453	368,0000	25,8560	2,1547	7,1837
	10	192,1610	311,6777	25,9731	28,0000	24,3223	2,0269	27,6696
BALOK								
	22	8010,1196	2684,3188	223,6932	227,0000	39,6812	3,3068	23,1673
	19	580,4996	260,8166	21,7347	24,0000	27,1834	2,2653	32,8807
	16	4519,3390	2863,3564	238,6130	248,0000	112,6436	9,3870	167,6177
	12	982,9063	1107,1083	92,2590	103,0000	128,8917	10,7410	328,7380
	10	3610,8980	5856,7364	488,0614	505,0000	203,2636	16,9386	320,2613
	8	32,8435	83,2359	6,9363	10,0000	36,7641	3,0637	211,5535
<b><u>LANTAI LOBBY</u></b>								
SHEARWALL								
	22	2640,8770	885,0000	73,7500	76,0000	27,0000	2,2500	12,1296
	16	731,2684	463,3160	38,6097	40,0000	16,6840	1,3903	12,0748
KOLOM								
	22	4014,6912	1410,2540	117,5212	121,0000	41,7460	3,4788	91,3074
	13	3717,1929	3567,5400	297,2950	300,0000	32,4600	2,7050	25,1715
	10	169,5538	275,0097	22,9175	24,0000	12,9903	1,0825	17,3544
BALOK								
	22	5735,1213	1921,9306	160,1609	163,0000	34,0694	2,8391	15,6678
	19	4186,0514	1880,7792	156,7316	159,0000	27,2208	2,2684	15,4943
	16	4668,9605	2958,1534	246,5128	254,0000	89,8466	7,4872	137,6442
	12	1049,2706	1181,8585	98,4882	108,0000	114,1415	9,5118	262,3175
	10	3965,9908	6432,6832	536,0569	553,0000	203,3168	16,9431	315,7838
	8	77,0321	195,2235	16,2686	22,0000	68,7765	5,7314	364,5673
<b><u>LANTAI MEZANINE</u></b>								
SHEARWALL								
	22	2685,6376	900,0000	75,0000	76,0000	12,0000	1,0000	5,5556

	16	731,2684	463,3160	38,6097	40,0000	16,6840	1,3903	12,0748
KOLOM								
	22	4035,9284	1352,5040	112,7087	117,0000	51,4960	4,2913	83,1469
	13	3499,2589	3358,3800	279,8650	282,0000	25,6200	2,1350	23,2341
	10	180,8574	293,3437	24,4453	26,0000	18,6563	1,5547	17,9763
BALOK								
	22	2038,6325	683,1783	56,9315	59,0000	24,8217	2,0685	19,4019
	19	1733,1377	778,6931	64,8911	68,0000	37,3069	3,1089	38,1168
	16	1724,2948	1092,4763	91,0397	94,0000	35,5237	2,9603	24,5857
	13	148,5501	142,5695	11,8808	12,0000	1,4305	0,1192	0,9934
	12	314,0365	353,7188	29,4766	33,0000	42,2812	3,5234	104,2045
	10	1531,1509	2483,4673	206,9556	216,0000	108,5327	9,0444	132,5723
	8	35,3770	89,6565	7,4714	11,0000	42,3435	3,5286	258,0481
LANTAI 1								
SHEARWALL								
	22	4073,2170	1365,0000	113,7500	116,0000	27,0000	2,2500	8,8459
	16	1149,1360	728,0680	60,6723	62,0000	15,9320	1,3277	7,7333
KOLOM								
	22	5474,5648	1834,6140	152,8845	157,0000	49,3860	4,1155	63,8519
	13	4859,4914	4663,8500	388,6542	391,0000	28,1500	2,3458	11,6972
	10	128,7577	208,8400	17,4033	18,0000	7,1600	0,5967	9,6111
BALOK								
	22	2608,8666	874,2728	72,8561	74,0000	13,7272	1,1439	3,1509
	19	9468,8548	4254,3255	354,5271	359,0000	53,6745	4,4729	44,3208
	16	4424,1855	2803,0692	233,5891	240,0000	76,9308	6,4109	93,9815
	12	556,8884	627,2579	52,2715	56,0000	44,7421	3,7285	105,9785
	10	3947,0777	6402,0068	533,5006	546,0000	149,9932	12,4994	211,0310
	8	47,8785	121,3391	10,1116	14,0000	46,6609	3,8884	270,0408
LANTAI 2								
SHEARWALL								
	22	4073,2170	1365,0000	113,7500	116,0000	27,0000	2,2500	8,8459

	16	1149,1360	728,0680	60,6723	62,0000	15,9320	1,3277	7,7333
KOLOM								
	22	3698,8451	1239,5420	103,2952	106,0000	32,4580	2,7048	59,4468
	16	32,4253	20,5440	1,7120	2,0000	3,4560	0,2880	28,8000
	13	3355,7451	3220,6440	268,3870	270,0000	19,3560	1,6130	10,4341
	10	128,7577	208,8400	17,4033	18,0000	7,1600	0,5967	9,6111
	8	24,65992399	62,496	5,208	6	9,504	0,792	26,4
BALOK								
	22	2145,0226	718,8313	59,9026	61,0000	13,1687	1,0974	3,4929
	19	14091,3989	6331,2195	527,6016	534,0000	76,7805	6,3984	68,9204
	16	131,2794	83,1758	6,9313	7,0000	0,8242	0,0687	0,9812
	12	314,0365	353,7188	29,4766	33,0000	42,2812	3,5234	104,2045
	10	4197,9841	6808,9674	567,4139	578,0000	127,0326	10,5861	174,6959
	8	43,7113	110,7782	9,2315	13,0000	45,2218	3,7685	270,0408
<b><u>LANTAI M/E</u></b>								
SHEARWALL								
	22	2506,5951	840,0000	70,0000	73,0000	36,0000	3,0000	17,7197
	16	731,2684	463,3160	38,6097	40,0000	16,6840	1,3903	12,0748
KOLOM								
	22	2314,9957	775,7920	64,6493	66,0000	16,2080	1,3507	39,2190
	13	2222,1135	2132,6520	177,7210	178,0000	3,3480	0,2790	4,2658
	10	83,9724	136,2000	11,3500	12,0000	7,8000	0,6500	13,7500
BALOK								
	22	1113,6165	373,1906	31,0992	32,0000	10,8094	0,9008	2,8149
	19	3067,7789	1378,3430	114,8619	118,0000	37,6570	3,1381	21,4585
	16	2349,3822	1488,5183	124,0432	127,0000	35,4817	2,9568	28,7771
	12	594,0420	669,1063	55,7589	60,0000	50,8937	4,2411	102,1617
	10	1956,5235	3173,4052	264,4504	274,0000	114,5948	9,5496	137,0944
	8	61,9270	156,9424	13,0785	17,0000	47,0576	3,9215	252,8561
<b><u>LANTAI 3</u></b>								
SHEARWALL								

	22	3133,2439	1050,0000	87,5000	89,0000	18,0000	1,5000	6,5657
	16	835,7353	529,5040	44,1253	47,0000	34,4960	2,8747	24,0349
<b>KOLOM</b>								
	22	2091,3478	700,8440	58,4037	61,0000	31,1560	2,5963	56,9817
	13	1877,8829	1802,2800	150,1900	153,0000	33,7200	2,8100	24,2976
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1223,1260	409,8890	34,1574	35,0000	10,1110	0,8426	2,4074
	19	7044,3392	3164,9986	263,7499	267,0000	39,0014	3,2501	24,9654
	16	2462,1782	1559,9834	129,9986	134,0000	48,0166	4,0014	89,2380
	12	869,4715	979,3396	81,6116	87,0000	64,6604	5,3884	200,6079
	10	2315,7574	3756,0686	313,0057	324,0000	131,9314	10,9943	244,2100
	8	44,5558	112,9185	9,4099	13,0000	43,0815	3,5901	229,1018
<b><u>LANTAI 4</u></b>								
<b>SHEARWALL</b>								
	22	3133,2439	1050,0000	87,5000	89,0000	18,0000	1,5000	6,5657
	16	835,7353	529,5040	44,1253	47,0000	34,4960	2,8747	24,0349
<b>KOLOM</b>								
	22	2091,3478	700,8440	58,4037	61,0000	31,1560	2,5963	56,9817
	13	1877,8829	1802,2800	150,1900	153,0000	33,7200	2,8100	24,2976
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	3665,7090	1646,9911	137,2493	139,0000	21,0089	1,7507	8,3000
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	880,3509	991,5938	82,6328	88,0000	64,4062	5,3672	160,4195
	10	1798,7807	2917,5526	243,1294	252,0000	106,4474	8,8706	135,1634
	8	61,9270	156,9424	13,0785	17,0000	47,0576	3,9215	252,8561
<b><u>LANTAI 5</u></b>								
<b>SHEARWALL</b>								
	22	3133,2439	1050,0000	87,5000	89,0000	18,0000	1,5000	6,5657

	16	835,7353	529,5040	44,1253	47,0000	34,4960	2,8747	24,0349
KOLOM								
	22	1819,8000	609,8440	50,8203	53,0000	26,1560	2,1797	56,3461
	13	1552,9304	1490,4100	124,2008	127,0000	33,5900	2,7992	24,4511
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
BALOK								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	3665,7090	1646,9911	137,2493	139,0000	21,0089	1,7507	8,3000
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	880,3509	991,5938	82,6328	88,0000	64,4062	5,3672	160,4195
	10	1798,7807	2917,5526	243,1294	252,0000	106,4474	8,8706	135,1634
	8	61,9270	156,9424	13,0785	17,0000	47,0576	3,9215	252,8561
<b><u>LANTAI 6</u></b>								
SHEARWALL								
	22	3133,2439	1050,0000	87,5000	89,0000	18,0000	1,5000	6,5657
	16	835,7353	529,5040	44,1253	47,0000	34,4960	2,8747	24,0349
KOLOM								
	22	1819,8000	609,8440	50,8203	53,0000	26,1560	2,1797	56,3461
	13	1552,9304	1490,4100	124,2008	127,0000	33,5900	2,7992	24,4511
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
BALOK								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	3665,7090	1646,9911	137,2493	139,0000	21,0089	1,7507	8,3000
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	880,3509	991,5938	82,6328	88,0000	64,4062	5,3672	160,4195
	10	1798,7807	2917,5526	243,1294	252,0000	106,4474	8,8706	135,1634
	8	61,9270	156,9424	13,0785	17,0000	47,0576	3,9215	252,8561
<b><u>LANTAI 7</u></b>								
SHEARWALL								
	22	3133,2439	1050,0000	87,5000	89,0000	18,0000	1,5000	6,5657
	16	835,7353	529,5040	44,1253	47,0000	34,4960	2,8747	24,0349

KOLOM								
	22	1819,8000	609,8440	50,8203	53,0000	26,1560	2,1797	56,3461
	13	1552,9304	1490,4100	124,2008	127,0000	33,5900	2,7992	24,4511
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
BALOK								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	3665,7090	1646,9911	137,2493	139,0000	21,0089	1,7507	8,3000
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	880,3509	991,5938	82,6328	88,0000	64,4062	5,3672	160,4195
	10	1798,7807	2917,5526	243,1294	252,0000	106,4474	8,8706	135,1634
	8	61,9270	156,9424	13,0785	17,0000	47,0576	3,9215	252,8561
<b><u>LANTAI 8</u></b>								
SHEARWALL								
	22	3133,2439	1050,0000	87,5000	89,0000	18,0000	1,5000	6,5657
	16	835,7353	529,5040	44,1253	47,0000	34,4960	2,8747	24,0349
KOLOM								
	22	1548,2522	518,8440	43,2370	45,0000	21,1560	1,7630	55,3928
	13	1400,5455	1344,1600	112,0133	114,0000	23,8400	1,9867	23,7349
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
BALOK								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	3665,7090	1646,9911	137,2493	139,0000	21,0089	1,7507	8,3000
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	880,3509	991,5938	82,6328	88,0000	64,4062	5,3672	160,4195
	10	1798,7807	2917,5526	243,1294	252,0000	106,4474	8,8706	135,1634
	8	61,9270	156,9424	13,0785	17,0000	47,0576	3,9215	252,8561
<b><u>LANTAI 9</u></b>								
SHEARWALL								
	22	3133,2439	1050,0000	87,5000	89,0000	18,0000	1,5000	6,5657
	16	835,7353	529,5040	44,1253	47,0000	34,4960	2,8747	24,0349
KOLOM								



	22	1548,2522	518,8440	43,2370	45,0000	21,1560	1,7630	55,3928
	13	1400,5455	1344,1600	112,0133	114,0000	23,8400	1,9867	23,7349
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	3665,7090	1646,9911	137,2493	139,0000	21,0089	1,7507	8,3000
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	880,3509	991,5938	82,6328	88,0000	64,4062	5,3672	160,4195
	10	1798,7807	2917,5526	243,1294	252,0000	106,4474	8,8706	135,1634
	8	61,9270	156,9424	13,0785	17,0000	47,0576	3,9215	252,8561
<b><u>LANTAI 10</u></b>								
<b>SHEARWALL</b>								
	22	3133,2439	1050,0000	87,5000	89,0000	18,0000	1,5000	6,5657
	16	835,7353	529,5040	44,1253	47,0000	34,4960	2,8747	24,0349
<b>KOLOM</b>								
	22	1548,2522	518,8440	43,2370	45,0000	21,1560	1,7630	55,3928
	13	1400,5455	1344,1600	112,0133	114,0000	23,8400	1,9867	23,7349
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	3665,7090	1646,9911	137,2493	139,0000	21,0089	1,7507	8,3000
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	880,3509	991,5938	82,6328	88,0000	64,4062	5,3672	160,4195
	10	1798,7807	2917,5526	243,1294	252,0000	106,4474	8,8706	135,1634
	8	61,9270	156,9424	13,0785	17,0000	47,0576	3,9215	252,8561
<b><u>LANTAI 11</u></b>								
<b>SHEARWALL</b>								
	22	3133,2439	1050,0000	87,5000	89,0000	18,0000	1,5000	6,5657
	16	835,7353	529,5040	44,1253	47,0000	34,4960	2,8747	24,0349
<b>KOLOM</b>								
	22	1548,2522	518,8440	43,2370	45,0000	21,1560	1,7630	55,3928

	13	1400,5455	1344,1600	112,0133	114,0000	23,8400	1,9867	23,7349
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	3665,7090	1646,9911	137,2493	139,0000	21,0089	1,7507	8,3000
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	880,3509	991,5938	82,6328	88,0000	64,4062	5,3672	160,4195
	10	1798,7807	2917,5526	243,1294	252,0000	106,4474	8,8706	135,1634
	8	61,9270	156,9424	13,0785	17,0000	47,0576	3,9215	252,8561
<b><u>LANTAI ATAP</u></b>								
<b>SHEARWALL</b>								
	22	2685,6376	900,0000	75,0000	76,0000	12,0000	1,0000	5,5556
	16	731,2684	463,3160	38,6097	40,0000	16,6840	1,3903	12,0748
<b>KOLOM</b>								
	22	276,4178	92,6320	7,7193	9,0000	15,3680	1,2807	41,0733
	13	89,5706	145,2800	12,1067	13,0000	10,7200	0,8933	12,8889
	10	89,8368	86,2200	7,1850	8,0000	9,7800	0,8150	10,1875
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	3665,7090	1646,9911	137,2493	139,0000	21,0089	1,7507	8,3000
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	880,3509	991,5938	82,6328	88,0000	64,4062	5,3672	160,4195
	10	1798,7807	2917,5526	243,1294	252,0000	106,4474	8,8706	135,1634
	8	61,9270	156,9424	13,0785	17,0000	47,0576	3,9215	252,8561
<b><u>LANTAI MESIN LIFT</u></b>								
<b>BALOK</b>								
	19	203,7923	91,5632	7,6303	8,0000	4,4368	0,3697	4,6216
	16	332,4723	210,6473	17,5539	20,0000	29,3527	2,4461	71,3608
	12	153,1898	172,5472	14,3789	17,0000	31,4528	2,6211	93,9003
	10	185,9786	301,6500	25,1375	30,0000	58,3500	4,8625	188,2639
	8	36,7950	93,2500	7,7708	13,0000	62,7500	5,2292	364,4385

**GEDUNG SRPMK****REKAPITULASI VOLUME BESI**

ELEMEN	DIA	TOTAL BERAT BESI				TOTAL SISA BESI		
	Ø							
	(mm)	(kg)	(m)	(lonjoran)		(m)	(lonjoran)	(%)
<b><u>LANTAI B3</u></b>								
KOLOM								
	22	1777,6295	595,7120	49,6427	50,0000	4,2880	0,3573	1,4293
	13	1754,0994	1683,4800	140,2900	141,0000	8,5200	0,7100	1,0371
BALOK								
	22	2950,7958	988,8587	82,4049	86,0000	43,1413	3,5951	50,7563
	16	1245,0765	788,8538	65,7378	69,0000	39,1462	3,2622	52,2331
	10	1474,1218	2390,9683	199,2474	203,0000	45,0317	3,7526	66,9104
<b><u>LANTAI B2</u></b>								
KOLOM								
	22	5661,9209	1897,4000	158,1167	161,0000	34,6000	2,8833	72,4923
	13	5459,5183	5239,7200	436,6433	440,0000	40,2800	3,3567	24,1390
	10	89,5706	145,2800	12,1067	13,0000	10,7200	0,8933	12,8889
BALOK								
	22	6856,3587	2297,6752	191,4729	198,0000	78,3248	6,5271	76,3390
	19	121,2208	54,4641	4,5387	5,0000	5,5359	0,4613	9,2265
	16	3285,3063	2081,4998	173,4583	180,0000	78,5002	6,5417	151,1875
	12	565,3000	636,7324	53,0610	62,0000	107,2676	8,9390	395,5333
	10	4152,5042	6735,2006	561,2667	580,0000	224,7994	18,7333	349,8299
	8	27,5793	69,8946	5,8245	8,0000	26,1054	2,1755	167,1423
<b><u>LANTAI B1</u></b>								
KOLOM								
	22	5941,2809	1991,0180	165,9182	170,0000	48,9820	4,0818	85,2680
	13	5236,2579	5025,4480	418,7873	420,0000	14,5520	1,2127	6,6048

	10	192,1610	311,6777	25,9731	28,0000	24,3223	2,0269	27,6696
<b>BALOK</b>								
	22	10548,0779	3534,8292	294,5691	300,0000	65,1708	5,4309	28,0873
	19	580,4996	260,8166	21,7347	24,0000	27,1834	2,2653	32,8807
	16	4571,3948	2896,3379	241,3615	251,0000	115,6621	9,6385	167,6177
	12	918,2143	1034,2417	86,1868	97,0000	129,7583	10,8132	321,2454
	10	3873,1207	6015,8081	501,3173	518,0000	200,1919	16,6827	304,6411
	8	27,5793	69,8946	5,8245	8,0000	26,1054	2,1755	167,1423
<b><u>LANTAI LOBBY</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	4594,8844	1604,6860	133,7238	137,0000	39,3140	3,2762	90,9180
	13	4271,0927	4099,1400	341,5950	344,0000	28,8600	2,4050	24,8875
	10	169,5538	275,0097	22,9175	24,0000	12,9903	1,0825	17,3544
<b>BALOK</b>								
	22	5735,1213	1921,9306	160,1609	163,0000	34,0694	2,8391	15,6678
	19	5078,8511	2281,9112	190,1593	192,0000	22,0888	1,8407	16,4160
	16	4481,4702	2839,3636	236,6136	244,0000	88,6364	7,3864	137,6442
	12	1068,1186	1203,0882	100,2573	109,0000	104,9118	8,7427	254,5029
	10	4009,5666	6503,3614	541,9468	559,0000	204,6386	17,0532	318,3738
	8	71,7678	181,8822	15,1568	20,0000	58,1178	4,8432	320,1561
<b><u>LANTAI MEZANINE</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	4554,0536	1526,1360	127,1780	131,0000	45,8640	3,8220	82,1937
	13	3990,8919	3830,2200	319,1850	321,0000	21,7800	1,8150	22,9855
	10	180,8574	293,3437	24,4453	26,0000	18,6563	1,5547	17,9763
<b>BALOK</b>								
	22	2555,9851	856,5514	71,3793	74,0000	31,4486	2,6207	23,0835
	19	2171,8821	975,8195	81,3183	84,0000	32,1805	2,6817	35,1886
	16	1724,2948	1092,4763	91,0397	94,0000	35,5237	2,9603	24,5857
	12	392,1668	441,7218	36,8101	40,0000	38,2782	3,1899	96,1421

	10	1749,3026	2837,3010	236,4417	246,0000	114,6990	9,5583	128,7933
	8	30,1128	76,3152	6,3596	9,0000	31,6848	2,6404	213,6368
<b><u>LANTAI 1</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	6251,7048	2095,0460	174,5872	179,0000	52,9540	4,4128	63,9791
	13	5562,1148	5338,1860	444,8488	447,0000	25,8140	2,1512	11,5975
	10	128,7577	208,8400	17,4033	18,0000	7,1600	0,5967	9,6111
<b>BALOK</b>								
	22	2743,3597	919,3436	76,6120	77,0000	4,6564	0,3880	0,9993
	19	11746,7786	5277,7893	439,8158	443,0000	38,2107	3,1842	22,7838
	16	5033,5865	3189,1727	265,7644	271,0000	62,8273	5,2356	71,9549
	12	508,4434	572,6913	47,7243	51,0000	39,3087	3,2757	96,9228
	10	4185,7239	6789,0818	565,7568	579,0000	158,9182	13,2432	212,4981
	8	30,1128	76,3152	6,3596	9,0000	31,6848	2,6404	213,6368
<b><u>LANTAI 2</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	4367,3660	1463,5740	121,9645	125,0000	36,4260	3,0355	59,6896
	16	32,4253	20,5440	1,7120	2,0000	3,4560	0,2880	28,8000
	13	4015,0234	3853,3800	321,1150	323,0000	22,6200	1,8850	10,4859
	10	128,7577	208,8400	17,4033	18,0000	7,1600	0,5967	9,6111
	8	24,65992399	62,496	5,208	6	9,504	0,792	26,4
<b>BALOK</b>								
	22	2145,0226	718,8313	59,9026	61,0000	13,1687	1,0974	3,4929
	19	17241,3954	7746,5026	645,5419	656,0000	125,4974	10,4581	131,1572
	16	153,7324	97,4015	8,1168	9,0000	10,5985	0,8832	9,8134
	12	265,5916	299,1522	24,9294	28,0000	36,8478	3,0706	95,1487
	10	4430,1192	7185,4815	598,7901	611,0000	146,5185	12,2099	176,5741
	8	30,1128	76,3152	6,3596	9,0000	31,6848	2,6404	213,6368
<b><u>LANTAI M/E</u></b>								
<b>KOLOM</b>								

	22	2732,8571	915,8240	76,3187	78,0000	20,1760	1,6813	39,5255
	13	2659,0317	2551,9800	212,6650	213,0000	4,0200	0,3350	4,2920
	10	83,9724	136,2000	11,3500	12,0000	7,8000	0,6500	13,7500
<b>BALOK</b>								
	22	1183,0264	396,4510	33,0376	34,0000	11,5490	0,9624	2,8306
	19	3968,0706	1782,8411	148,5701	151,0000	29,1589	2,4299	21,0158
	16	2596,0655	1644,8115	137,0676	139,0000	23,1885	1,9324	12,6623
	12	419,0218	471,9702	39,3309	43,0000	44,0298	3,6691	92,1126
	10	2216,8045	3595,5710	299,6309	310,0000	124,4290	10,3691	135,3102
	8	56,6627	143,6011	11,9668	15,0000	36,3989	3,0332	208,4448
<b><u>LANTAI 3</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	2609,4729	874,4760	72,8730	75,0000	25,5240	2,1270	55,7662
	13	2401,2745	2304,6000	192,0500	194,0000	23,4000	1,9500	23,6539
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1361,9459	456,4098	38,0342	39,0000	11,5902	0,9658	2,4765
	19	9389,7886	4218,8013	351,5668	354,0000	29,1987	2,4332	11,6123
	16	2865,0526	1815,2360	151,2697	155,0000	44,7640	3,7303	62,5498
	12	888,3194	1000,5692	83,3808	89,0000	67,4308	5,6192	196,5625
	10	2440,5379	3958,4578	329,8715	341,0000	133,5422	11,1285	245,7782
	8	39,2916	99,5772	8,2981	11,0000	32,4228	2,7019	184,6906
<b><u>LANTAI 4</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	2609,4729	874,4760	72,8730	75,0000	25,5240	2,1270	55,7662
	13	2401,2745	2304,6000	192,0500	194,0000	23,4000	1,9500	23,6539
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	5253,1504	2360,2233	196,6853	199,0000	27,7767	2,3147	9,8417

	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	478,1811	538,6050	44,8837	48,0000	37,3950	3,1163	82,9825
	10	2421,2785	3927,2198	327,2683	338,0000	128,7802	10,7317	134,6989
	8	56,6627	143,6011	11,9668	15,0000	36,3989	3,0332	208,4448
<b><u>LANTAI 5</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	2254,3719	755,4760	62,9563	65,0000	24,5240	2,0437	55,7626
	13	1976,3366	1896,7700	158,0642	160,0000	23,2300	1,9358	23,6567
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	5253,1504	2360,2233	196,6853	199,0000	27,7767	2,3147	9,8417
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	478,1811	538,6050	44,8837	48,0000	37,3950	3,1163	82,9825
	10	2421,2785	3927,2198	327,2683	338,0000	128,7802	10,7317	134,6989
	8	56,6627	143,6011	11,9668	15,0000	36,3989	3,0332	208,4448
<b><u>LANTAI 6</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	2254,3719	755,4760	62,9563	65,0000	24,5240	2,0437	55,7626
	13	1976,3366	1896,7700	158,0642	160,0000	23,2300	1,9358	23,6567
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	5253,1504	2360,2233	196,6853	199,0000	27,7767	2,3147	9,8417
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	478,1811	538,6050	44,8837	48,0000	37,3950	3,1163	82,9825
	10	2421,2785	3927,2198	327,2683	338,0000	128,7802	10,7317	134,6989
	8	56,6627	143,6011	11,9668	15,0000	36,3989	3,0332	208,4448
<b><u>LANTAI 7</u></b>								
<b>KOLOM</b>								

	22	2254,3719	755,4760	62,9563	65,0000	24,5240	2,0437	55,7626
	13	1976,3366	1896,7700	158,0642	160,0000	23,2300	1,9358	23,6567
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	5253,1504	2360,2233	196,6853	199,0000	27,7767	2,3147	9,8417
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	478,1811	538,6050	44,8837	48,0000	37,3950	3,1163	82,9825
	10	2421,2785	3927,2198	327,2683	338,0000	128,7802	10,7317	134,6989
	8	56,6627	143,6011	11,9668	15,0000	36,3989	3,0332	208,4448
<b><u>LANTAI 8</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	1899,2710	636,4760	53,0397	55,0000	23,5240	1,9603	55,7575
	13	1777,0640	1705,5200	142,1267	144,0000	22,4800	1,8733	23,6149
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	5253,1504	2360,2233	196,6853	199,0000	27,7767	2,3147	9,8417
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	478,1811	538,6050	44,8837	48,0000	37,3950	3,1163	82,9825
	10	2421,2785	3927,2198	327,2683	338,0000	128,7802	10,7317	134,6989
	8	56,6627	143,6011	11,9668	15,0000	36,3989	3,0332	208,4448
<b><u>LANTAI 9</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	1899,2710	636,4760	53,0397	55,0000	23,5240	1,9603	55,7575
	13	1777,0640	1705,5200	142,1267	144,0000	22,4800	1,8733	23,6149
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	5253,1504	2360,2233	196,6853	199,0000	27,7767	2,3147	9,8417



	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	478,1811	538,6050	44,8837	48,0000	37,3950	3,1163	82,9825
	10	2421,2785	3927,2198	327,2683	338,0000	128,7802	10,7317	134,6989
	8	56,6627	143,6011	11,9668	15,0000	36,3989	3,0332	208,4448
<b><u>LANTAI 10</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	1899,2710	636,4760	53,0397	55,0000	23,5240	1,9603	55,7575
	13	1777,0640	1705,5200	142,1267	144,0000	22,4800	1,8733	23,6149
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	5253,1504	2360,2233	196,6853	199,0000	27,7767	2,3147	9,8417
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	478,1811	538,6050	44,8837	48,0000	37,3950	3,1163	82,9825
	10	2421,2785	3927,2198	327,2683	338,0000	128,7802	10,7317	134,6989
	8	56,6627	143,6011	11,9668	15,0000	36,3989	3,0332	208,4448
<b><u>LANTAI 11</u></b>								
<b>KOLOM</b>								
	22	1899,2710	636,4760	53,0397	55,0000	23,5240	1,9603	55,7575
	13	1777,0640	1705,5200	142,1267	144,0000	22,4800	1,8733	23,6149
	10	100,7669	163,4400	13,6200	15,0000	16,5600	1,3800	21,2000
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	5253,1504	2360,2233	196,6853	199,0000	27,7767	2,3147	9,8417
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	478,1811	538,6050	44,8837	48,0000	37,3950	3,1163	82,9825
	10	2421,2785	3927,2198	327,2683	338,0000	128,7802	10,7317	134,6989
	8	56,6627	143,6011	11,9668	15,0000	36,3989	3,0332	208,4448
<b><u>LANTAI ATAP</u></b>								
<b>KOLOM</b>								

	22	731,3290	245,0800	20,4233	22,0000	18,9200	1,5767	43,3503
	13	580,7196	557,3400	46,4450	48,0000	18,6600	1,5550	12,0375
	10	89,5706	145,2800	12,1067	13,0000	10,7200	0,8933	12,8889
<b>BALOK</b>								
	22	1292,5359	433,1494	36,0958	37,0000	10,8506	0,9042	2,4438
	19	5253,1504	2360,2233	196,6853	199,0000	27,7767	2,3147	9,8417
	16	1871,1113	1185,4960	98,7913	101,0000	26,5040	2,2087	19,9854
	12	478,1811	538,6050	44,8837	48,0000	37,3950	3,1163	82,9825
	10	2421,2785	3927,2198	327,2683	338,0000	128,7802	10,7317	134,6989
	8	56,6627	143,6011	11,9668	15,0000	36,3989	3,0332	208,4448
<b><u>LANTAI MESIN LIFT</u></b>								
<b>BALOK</b>								
	19	1414,1118	635,3558	52,9463	54,0000	12,6442	1,0537	3,9539
	16	243,2556	154,1215	12,8435	15,0000	25,8785	2,1565	65,5705
	12	140,1691	157,8812	13,1568	15,0000	22,1188	1,8432	55,0087
	10	451,6744	732,5983	61,0499	65,0000	47,4017	3,9501	116,0867
	8	14,8381	37,6043	3,1337	5,0000	22,3957	1,8663	147,3008

**GEDUNG SISTEM GANDA**

**REKAPITULASI VOLUME BESI**

ELEMEN	DIA	TOTAL BERAT BESI				TOTAL SISA BESI		
	Ø							
	(mm)	(kg)	(m)	(lonjoran)		(m)	(lonjoran)	(%)
SHEARWALL								
	22	52548,9758	17610,0000	1467,5000	1496,0000	342,0000	28,5000	134,4594
	16	14311,9671	9067,7560	755,6463	794,0000	460,2440	38,3537	316,1901
JUMLAH		66860,9429	26677,7560	2223,1463	2290,0000	802,2440	66,8537	450,6495
KOLOM								
	22	47848,3134	16099,6000	1341,6333	1385,0000	520,4000	43,3667	1042,2628
	16	32,4253	20,5440	1,7120	2,0000	3,4560	0,2880	28,8000
	13	43086,4079	41411,0800	3450,9233	3489,0000	456,9200	38,0767	336,9642
	10	1970,3695	3136,3711	261,3643	282,0000	247,6289	20,6357	309,8489
	8	24,6599	62,4960	5,2080	6,0000	9,5040	0,7920	26,4000
JUMLAH		92962,1761	3198,8671	266,5723	288,0000	257,1329	21,4277	336,2489
BALOK								
	22	43001,6549	14410,5405	1200,8784	1230,0000	349,4595	29,1216	212,4447
	19	73488,4541	33018,1223	2751,5102	2793,0000	497,8777	41,4898	334,7052
	16	41858,1857	26520,4505	2210,0375	2276,0000	791,5495	65,9625	1007,4789
	13	148,5501	142,5695	11,8808	12,0000	1,4305	0,1192	0,9934
	12	13370,7448	15060,2982	1255,0248	1356,0000	1211,7018	100,9752	3150,4772
	10	43310,6985	70248,2727	5854,0227	6047,0000	2315,7273	192,9773	3357,3492
	8	970,3063	2459,0612	204,9218	276,0000	852,9388	71,0782	4707,9051
JUMLAH		216148,5945	72707,3338	6058,9445	6323,0000	3168,6662	264,0555	8065,2543
JUMLAH TOTAL		375971,7135	102583,9570	8548,6631	8901,0000	4228,0430	352,3369	8852,1526

**GEDUNG SRPMK**

**REKAPITULASI VOLUME BESI**

ELEMEN	DIA	TOTAL BERAT BESI				TOTAL SISA BESI		
	Ø							
	(mm)	(kg)	(m)	(lonjoran)		(m)	(lonjoran)	(%)
SHEARWALL								
	22	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
JUMLAH		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
KOLOM								
	22	56192,1717	18895,7600	1574,6467	1618,0000	520,2400	43,3533	1040,6959
	16	32,4253	20,5440	1,7120	2,0000	3,4560	0,2880	28,8000
	13	51368,5640	49300,4840	4108,3737	4141,0000	391,5160	32,6263	330,8041
	10	1970,1033	3195,4311	266,2859	287,0000	248,5689	20,7141	312,5502
	8	24,6599	62,4960	5,2080	6,0000	9,5040	0,7920	26,4000
JUMLAH		109587,9243	3257,9271	271,4939	293,0000	258,0729	21,5061	338,9502
BALOK								
	22	47712,5171	15989,2255	1332,4355	1365,0000	390,7745	32,5645	225,7276
	19	98990,9519	44476,3112	3706,3593	3754,0000	571,6888	47,6407	372,8099
	16	43039,2366	27268,7391	2272,3949	2336,0000	763,2609	63,6051	935,6873
	13	0,0000	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000
	12	9468,9750	10665,4931	888,7911	966,0000	926,5069	77,2089	2350,0215
	10	50774,9825	82088,8083	6840,7340	7054,0000	2559,1917	213,2660	3267,0857
	8	838,0212	2123,8091	176,9841	229,0000	624,1909	52,0159	3711,7907
JUMLAH		250824,6842	84212,6173	7017,7181	7283,0000	3183,3827	265,2819	6978,8764
<b>JUMLAH TOTAL</b>		<b>360412,6085</b>	<b>87470,5445</b>	<b>7289,2120</b>	<b>7576,0000</b>	<b>3441,4555</b>	<b>286,7880</b>	<b>7317,8266</b>

GEDUNG SISTEM GANDA				GEDUNG SRPMK			
VOLUME BETON				VOLUME BETON			
NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN
I	PEKERJAAN BETON SHEARWALL			I	PEKERJAAN BETON SHEARWALL		
1	Lantai B3	0,000	m <sup>3</sup>	1	Lantai B3	0	m <sup>3</sup>
2	Lantai B2	31,133	m <sup>3</sup>	2	Lantai B2	0	m <sup>3</sup>
3	Lantai B1	34,765	m <sup>3</sup>	3	Lantai B1	0	m <sup>3</sup>
4	Lantai L	30,614	m <sup>3</sup>	4	Lantai L	0	m <sup>3</sup>
5	Lantai Mez	31,133	m <sup>3</sup>	5	Lantai Mez	0	m <sup>3</sup>
6	Lantai 1	47,218	m <sup>3</sup>	6	Lantai 1	0	m <sup>3</sup>
7	Lantai 2	47,218	m <sup>3</sup>	7	Lantai 2	0	m <sup>3</sup>
8	Lantai M/E	29,057	m <sup>3</sup>	8	Lantai M/E	0	m <sup>3</sup>
9	Lantai 3	36,321	m <sup>3</sup>	9	Lantai 3	0	m <sup>3</sup>
10	Lantai 4	36,321	m <sup>3</sup>	10	Lantai 4	0	m <sup>3</sup>
11	Lantai 5	36,321	m <sup>3</sup>	11	Lantai 5	0	m <sup>3</sup>
12	Lantai 6	36,321	m <sup>3</sup>	12	Lantai 6	0	m <sup>3</sup>
13	Lantai 7	36,321	m <sup>3</sup>	13	Lantai 7	0	m <sup>3</sup>
14	Lantai 8	36,321	m <sup>3</sup>	14	Lantai 8	0	m <sup>3</sup>
15	Lantai 9	36,321	m <sup>3</sup>	15	Lantai 9	0	m <sup>3</sup>
16	Lantai 10	36,321	m <sup>3</sup>	16	Lantai 10	0	m <sup>3</sup>
17	Lantai 11	36,321	m <sup>3</sup>	17	Lantai 11	0	m <sup>3</sup>
18	Lantai RT	31,133	m <sup>3</sup>	18	Lantai RT	0	m <sup>3</sup>
19	Lantai ML	0,000	m <sup>3</sup>	19	Lantai ML	0	m <sup>3</sup>
J U M L A H		609,159	m <sup>3</sup>	J U M L A H		0,000	m <sup>3</sup>

GEDUNG SISTEM GANDA				GEDUNG SRPMK			
VOLUME BETON				VOLUME BETON			
NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN
I	PEKERJAAN BETON KOLOM			I	PEKERJAAN BETON KOLOM		
1	Lantai B3	20,790	m <sup>3</sup>	1	Lantai B3	20,790	m <sup>3</sup>
2	Lantai B2	58,455	m <sup>3</sup>	2	Lantai B2	63,495	m <sup>3</sup>
3	Lantai B1	58,949	m <sup>3</sup>	3	Lantai B1	68,095	m <sup>3</sup>
4	Lantai L	47,441	m <sup>3</sup>	4	Lantai L	54,462	m <sup>3</sup>
5	Lantai Mez	43,415	m <sup>3</sup>	5	Lantai Mez	49,175	m <sup>3</sup>
6	Lantai 1	62,176	m <sup>3</sup>	6	Lantai 1	70,912	m <sup>3</sup>
7	Lantai 2	40,311	m <sup>3</sup>	7	Lantai 2	47,955	m <sup>3</sup>
8	Lantai M/E	24,668	m <sup>3</sup>	8	Lantai M/E	29,372	m <sup>3</sup>
9	Lantai 3	22,015	m <sup>3</sup>	9	Lantai 3	27,895	m <sup>3</sup>
10	Lantai 4	22,015	m <sup>3</sup>	10	Lantai 4	27,895	m <sup>3</sup>
11	Lantai 5	17,693	m <sup>3</sup>	11	Lantai 5	22,243	m <sup>3</sup>
12	Lantai 6	17,693	m <sup>3</sup>	12	Lantai 6	22,243	m <sup>3</sup>
13	Lantai 7	17,693	m <sup>3</sup>	13	Lantai 7	22,243	m <sup>3</sup>
14	Lantai 8	14,280	m <sup>3</sup>	14	Lantai 8	17,780	m <sup>3</sup>
15	Lantai 9	14,280	m <sup>3</sup>	15	Lantai 9	17,780	m <sup>3</sup>
16	Lantai 10	14,280	m <sup>3</sup>	16	Lantai 10	17,780	m <sup>3</sup>
17	Lantai 11	14,280	m <sup>3</sup>	17	Lantai 11	17,780	m <sup>3</sup>
18	Lantai RT	2,040	m <sup>3</sup>	18	Lantai RT	6,540	m <sup>3</sup>
19	Lantai ML	0,000	m <sup>3</sup>	19	Lantai ML	0,000	m <sup>3</sup>
J U M L A H		512,472	m <sup>3</sup>	J U M L A H		604,433	m <sup>3</sup>

GEDUNG SISTEM GANDA				GEDUNG SRPMK			
VOLUME BETON				VOLUME BETON			
NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN BETON BALOK</b>			<b>I</b>	<b>PEKERJAAN BETON BALOK</b>		
1	Lantai B3	42,788	m <sup>3</sup>	1	Lantai B3	42,788	m <sup>3</sup>
2	Lantai B2	113,592	m <sup>3</sup>	2	Lantai B2	121,259	m <sup>3</sup>
3	Lantai B1	117,668	m <sup>3</sup>	3	Lantai B1	125,860	m <sup>3</sup>
4	Lantai L	117,709	m <sup>3</sup>	4	Lantai L	123,671	m <sup>3</sup>
5	Lantai Mez	42,753	m <sup>3</sup>	5	Lantai Mez	49,755	m <sup>3</sup>
6	Lantai 1	105,329	m <sup>3</sup>	6	Lantai 1	111,291	m <sup>3</sup>
7	Lantai 2	107,352	m <sup>3</sup>	7	Lantai 2	113,314	m <sup>3</sup>
8	Lantai M/E	53,327	m <sup>3</sup>	8	Lantai M/E	59,289	m <sup>3</sup>
9	Lantai 3	72,867	m <sup>3</sup>	9	Lantai 3	78,829	m <sup>3</sup>
10	Lantai 4	53,327	m <sup>3</sup>	10	Lantai 4	59,289	m <sup>3</sup>
11	Lantai 5	53,327	m <sup>3</sup>	11	Lantai 5	59,289	m <sup>3</sup>
12	Lantai 6	53,327	m <sup>3</sup>	12	Lantai 6	59,289	m <sup>3</sup>
13	Lantai 7	53,327	m <sup>3</sup>	13	Lantai 7	59,289	m <sup>3</sup>
14	Lantai 8	53,327	m <sup>3</sup>	14	Lantai 8	59,289	m <sup>3</sup>
15	Lantai 9	53,327	m <sup>3</sup>	15	Lantai 9	59,289	m <sup>3</sup>
16	Lantai 10	53,327	m <sup>3</sup>	16	Lantai 10	59,289	m <sup>3</sup>
17	Lantai 11	53,327	m <sup>3</sup>	17	Lantai 11	59,289	m <sup>3</sup>
18	Lantai RT	53,327	m <sup>3</sup>	18	Lantai RT	59,289	m <sup>3</sup>
19	Lantai ML	5,127	m <sup>3</sup>	19	Lantai ML	11,089	m <sup>3</sup>
<b>J U M L A H</b>		<b>1258,452</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>J U M L A H</b>		<b>1370,743</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

GEDUNG SISTEM GANDA				GEDUNG SRPMK			
VOLUME BESI				VOLUME BESI			
NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN
II	PEKERJAAN PEMBESIAN SHEARWALL			II	PEKERJAAN PEMBESIAN SHEARWALL		
1	Lantai B3	0,000	kg	1	Lantai B3	0	kg
2	Lantai B2	3416,906	kg	2	Lantai B2	0	kg
3	Lantai B1	3834,697	kg	3	Lantai B1	0	kg
4	Lantai L	3372,145	kg	4	Lantai L	0	kg
5	Lantai Mez	3416,906	kg	5	Lantai Mez	0	kg
6	Lantai 1	5222,353	kg	6	Lantai 1	0	kg
7	Lantai 2	5222,353	kg	7	Lantai 2	0	kg
8	Lantai M/E	3237,863	kg	8	Lantai M/E	0	kg
9	Lantai 3	3968,979	kg	9	Lantai 3	0	kg
10	Lantai 4	3968,979	kg	10	Lantai 4	0	kg
11	Lantai 5	3968,979	kg	11	Lantai 5	0	kg
12	Lantai 6	3968,979	kg	12	Lantai 6	0	kg
13	Lantai 7	3968,979	kg	13	Lantai 7	0	kg
14	Lantai 8	3968,979	kg	14	Lantai 8	0	kg
15	Lantai 9	3968,979	kg	15	Lantai 9	0	kg
16	Lantai 10	3968,979	kg	16	Lantai 10	0	kg
17	Lantai 11	3968,979	kg	17	Lantai 11	0	kg
18	Lantai RT	3416,906	kg	18	Lantai RT	0	kg
19	Lantai ML	0,000	kg	19	Lantai ML	0	kg
J U M L A H		66860,943	kg	J U M L A H		0,000	kg



GEDUNG SISTEM GANDA				GEDUNG SRPMK			
VOLUME BESI				VOLUME BESI			
NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN
II	PEKERJAAN PEMBESIAN KOLOM			II	PEKERJAAN PEMBESIAN KOLOM		
1	Lantai B3	3531,729	kg	1	Lantai B3	3531,729	kg
2	Lantai B2	10302,877	kg	2	Lantai B2	11211,010	kg
3	Lantai B1	9971,189	kg	3	Lantai B1	11369,700	kg
4	Lantai L	7901,438	kg	4	Lantai L	9035,531	kg
5	Lantai Mez	7716,045	kg	5	Lantai Mez	8725,803	kg
6	Lantai 1	10462,814	kg	6	Lantai 1	11942,577	kg
7	Lantai 2	7240,433	kg	7	Lantai 2	8568,232	kg
8	Lantai M/E	4621,082	kg	8	Lantai M/E	5475,861	kg
9	Lantai 3	4069,998	kg	9	Lantai 3	5111,514	kg
10	Lantai 4	4069,998	kg	10	Lantai 4	5111,514	kg
11	Lantai 5	3473,497	kg	11	Lantai 5	4331,475	kg
12	Lantai 6	3473,497	kg	12	Lantai 6	4331,475	kg
13	Lantai 7	3473,497	kg	13	Lantai 7	4331,475	kg
14	Lantai 8	3049,565	kg	14	Lantai 8	3777,102	kg
15	Lantai 9	3049,565	kg	15	Lantai 9	3777,102	kg
16	Lantai 10	3049,565	kg	16	Lantai 10	3777,102	kg
17	Lantai 11	3049,565	kg	17	Lantai 11	3777,102	kg
18	Lantai RT	455,825	kg	18	Lantai RT	1401,619	kg
19	Lantai ML	0,000	kg	19	Lantai ML	0,000	kg
J U M L A H		92962,176	kg	J U M L A H		109587,924	kg

GEDUNG SISTEM GANDA				GEDUNG SRPMK			
VOLUME BESI				VOLUME BESI			
NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN
II	PEKERJAAN PEMBESIAN BALOK			II	PEKERJAAN PEMBESIAN BALOK		
1	Lantai B3	5545,704	kg	1	Lantai B3	5669,994	kg
2	Lantai B2	13532,835	kg	2	Lantai B2	15008,269	kg
3	Lantai B1	17736,606	kg	3	Lantai B1	20518,887	kg
4	Lantai L	19682,427	kg	4	Lantai L	20444,896	kg
5	Lantai Mez	7525,180	kg	5	Lantai Mez	8623,744	kg
6	Lantai 1	21053,751	kg	6	Lantai 1	24248,005	kg
7	Lantai 2	20923,433	kg	7	Lantai 2	24265,974	kg
8	Lantai M/E	9143,270	kg	8	Lantai M/E	10439,652	kg
9	Lantai 3	13959,428	kg	9	Lantai 3	16984,936	kg
10	Lantai 4	9570,415	kg	10	Lantai 4	11372,920	kg
11	Lantai 5	9570,415	kg	11	Lantai 5	11372,920	kg
12	Lantai 6	9570,415	kg	12	Lantai 6	11372,920	kg
13	Lantai 7	9570,415	kg	13	Lantai 7	11372,920	kg
14	Lantai 8	9570,415	kg	14	Lantai 8	11372,920	kg
15	Lantai 9	9570,415	kg	15	Lantai 9	11372,920	kg
16	Lantai 10	9570,415	kg	16	Lantai 10	11372,920	kg
17	Lantai 11	9570,415	kg	17	Lantai 11	11372,920	kg
18	Lantai RT	9570,415	kg	18	Lantai RT	11372,920	kg
19	Lantai ML	912,228	kg	19	Lantai ML	2264,049	kg
J U M L A H		216148,595	kg	J U M L A H		250824,684	kg

**GEDUNG SISTEM GANDA****RENCANA ANGGARAN BIAYA ELEMEN SHEARWALL**

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>				
1	Lantai B3	0,000	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
2	Lantai B2	31,133	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 32.361.055
3	Lantai B1	34,765	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 36.136.511
4	Lantai L	30,614	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 31.821.704
5	Lantai Mez	31,133	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 32.361.055
6	Lantai 1	47,218	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 49.080.933
7	Lantai 2	47,218	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 49.080.933
8	Lantai M/E	29,057	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 30.203.651
9	Lantai 3	36,321	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 37.754.564
10	Lantai 4	36,321	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 37.754.564
11	Lantai 5	36,321	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 37.754.564
12	Lantai 6	36,321	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 37.754.564
13	Lantai 7	36,321	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 37.754.564
14	Lantai 8	36,321	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 37.754.564
15	Lantai 9	36,321	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 37.754.564
16	Lantai 10	36,321	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 37.754.564
17	Lantai 11	36,321	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 37.754.564
18	Lantai RT	31,133	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 32.361.055
19	Lantai ML	0,000	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
<b>J U M L A H</b>		<b>609,159</b>			<b>Rp 633.197.972</b>

II	PEKERJAAN PEMBESIAN					
1	Lantai B3	0,000	kg	Rp	8.242	Rp -
2	Lantai B2	3416,906	kg	Rp	8.242	Rp 28.161.456
3	Lantai B1	3834,697	kg	Rp	8.242	Rp 31.604.808
4	Lantai L	3372,145	kg	Rp	8.242	Rp 27.792.548
5	Lantai Mez	3416,906	kg	Rp	8.242	Rp 28.161.456
6	Lantai 1	5222,353	kg	Rp	8.242	Rp 43.041.590
7	Lantai 2	5222,353	kg	Rp	8.242	Rp 43.041.590
8	Lantai M/E	3237,863	kg	Rp	8.242	Rp 26.685.823
9	Lantai 3	3968,979	kg	Rp	8.242	Rp 32.711.533
10	Lantai 4	3968,979	kg	Rp	8.242	Rp 32.711.533
11	Lantai 5	3968,979	kg	Rp	8.242	Rp 32.711.533
12	Lantai 6	3968,979	kg	Rp	8.242	Rp 32.711.533
13	Lantai 7	3968,979	kg	Rp	8.242	Rp 32.711.533
14	Lantai 8	3968,979	kg	Rp	8.242	Rp 32.711.533
15	Lantai 9	3968,979	kg	Rp	8.242	Rp 32.711.533
16	Lantai 10	3968,979	kg	Rp	8.242	Rp 32.711.533
17	Lantai 11	3968,979	kg	Rp	8.242	Rp 32.711.533
18	Lantai RT	3416,906	kg	Rp	8.242	Rp 28.161.456
19	Lantai ML	0,000	kg	Rp	8.242	Rp -
<b>J U M L A H</b>		<b>66860,943</b>				<b>Rp 551.054.520</b>

**GEDUNG SRPMK****RENCANA ANGGARAN BIAYA ELEMEN SHEARWALL**

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>				
1	Lantai B3	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
2	Lantai B2	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
3	Lantai B1	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
4	Lantai L	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
5	Lantai Mez	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
6	Lantai 1	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
7	Lantai 2	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
8	Lantai M/E	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
9	Lantai 3	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
10	Lantai 4	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
11	Lantai 5	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
12	Lantai 6	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
13	Lantai 7	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
14	Lantai 8	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
15	Lantai 9	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
16	Lantai 10	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
17	Lantai 11	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
18	Lantai RT	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
19	Lantai ML	0	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
<b>JUMLAH</b>		<b>0,000</b>			<b>Rp -</b>

II	PEKERJAAN PEMBESIAN					
1	Lantai B3	0	kg	Rp	8.242	Rp -
2	Lantai B2	0	kg	Rp	8.242	Rp -
3	Lantai B1	0	kg	Rp	8.242	Rp -
4	Lantai L	0	kg	Rp	8.242	Rp -
5	Lantai Mez	0	kg	Rp	8.242	Rp -
6	Lantai 1	0	kg	Rp	8.242	Rp -
7	Lantai 2	0	kg	Rp	8.242	Rp -
8	Lantai M/E	0	kg	Rp	8.242	Rp -
9	Lantai 3	0	kg	Rp	8.242	Rp -
10	Lantai 4	0	kg	Rp	8.242	Rp -
11	Lantai 5	0	kg	Rp	8.242	Rp -
12	Lantai 6	0	kg	Rp	8.242	Rp -
13	Lantai 7	0	kg	Rp	8.242	Rp -
14	Lantai 8	0	kg	Rp	8.242	Rp -
15	Lantai 9	0	kg	Rp	8.242	Rp -
16	Lantai 10	0	kg	Rp	8.242	Rp -
17	Lantai 11	0	kg	Rp	8.242	Rp -
18	Lantai RT	0	kg	Rp	8.242	Rp -
19	Lantai ML	0	kg	Rp	8.242	Rp -
<b>J U M L A H</b>		<b>0,000</b>				<b>Rp -</b>

**GEDUNG SISTEM GANDA**

**RENCANA ANGGARAN BIAYA ELEMEN KOLOM**

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>				
1	Lantai B3	20,790	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 21.610.418
2	Lantai B2	58,455	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 60.761.759
3	Lantai B1	58,949	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.275.362
4	Lantai L	47,441	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 49.313.285
5	Lantai Mez	43,415	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 45.128.501
6	Lantai 1	62,176	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 64.629.338
7	Lantai 2	40,311	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 41.901.238
8	Lantai M/E	24,668	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 25.641.452
9	Lantai 3	22,015	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 22.883.759
10	Lantai 4	22,015	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 22.883.759
11	Lantai 5	17,693	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 18.390.684
12	Lantai 6	17,693	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 18.390.684
13	Lantai 7	17,693	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 18.390.684
14	Lantai 8	14,280	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 14.843.519
15	Lantai 9	14,280	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 14.843.519
16	Lantai 10	14,280	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 14.843.519
17	Lantai 11	14,280	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 14.843.519
18	Lantai RT	2,040	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 2.120.503
19	Lantai ML	0,000	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
<b>JUMLAH</b>		<b>512,472</b>			<b>Rp 532.695.501</b>

II	PEKERJAAN PEMBESIAN					
1	Lantai B3	3531,729	kg	Rp	8.242	Rp 29.107.803
2	Lantai B2	10302,877	kg	Rp	8.242	Rp 84.914.250
3	Lantai B1	9971,189	kg	Rp	8.242	Rp 82.180.544
4	Lantai L	7901,438	kg	Rp	8.242	Rp 65.122.071
5	Lantai Mez	7716,045	kg	Rp	8.242	Rp 63.594.098
6	Lantai 1	10462,814	kg	Rp	8.242	Rp 86.232.420
7	Lantai 2	7240,433	kg	Rp	8.242	Rp 59.674.202
8	Lantai M/E	4621,082	kg	Rp	8.242	Rp 38.086.031
9	Lantai 3	4069,998	kg	Rp	8.242	Rp 33.544.106
10	Lantai 4	4069,998	kg	Rp	8.242	Rp 33.544.106
11	Lantai 5	3473,497	kg	Rp	8.242	Rp 28.627.870
12	Lantai 6	3473,497	kg	Rp	8.242	Rp 28.627.870
13	Lantai 7	3473,497	kg	Rp	8.242	Rp 28.627.870
14	Lantai 8	3049,565	kg	Rp	8.242	Rp 25.133.901
15	Lantai 9	3049,565	kg	Rp	8.242	Rp 25.133.901
16	Lantai 10	3049,565	kg	Rp	8.242	Rp 25.133.901
17	Lantai 11	3049,565	kg	Rp	8.242	Rp 25.133.901
18	Lantai RT	455,825	kg	Rp	8.242	Rp 3.756.820
19	Lantai ML	0,000	kg	Rp	8.242	Rp -
<b>J U M L A H</b>		<b>92962,176</b>				<b>Rp 766.175.665</b>



**GEDUNG SRPMK****RENCANA ANGGARAN BIAYA ELEMEN KOLOM**

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>				
1	Lantai B3	20,790	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 21.610.418
2	Lantai B2	63,495	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 66.000.648
3	Lantai B1	68,095	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 70.781.763
4	Lantai L	54,462	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 56.611.348
5	Lantai Mez	49,175	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 51.115.803
6	Lantai 1	70,912	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 73.710.079
7	Lantai 2	47,955	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 49.846.887
8	Lantai M/E	29,372	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 30.531.082
9	Lantai 3	27,895	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 28.995.796
10	Lantai 4	27,895	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 28.995.796
11	Lantai 5	22,243	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 23.120.236
12	Lantai 6	22,243	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 23.120.236
13	Lantai 7	22,243	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 23.120.236
14	Lantai 8	17,780	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 18.481.637
15	Lantai 9	17,780	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 18.481.637
16	Lantai 10	17,780	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 18.481.637
17	Lantai 11	17,780	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 18.481.637
18	Lantai RT	6,540	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 6.798.082
19	Lantai ML	0,000	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp -
<b>JUMLAH</b>		<b>604,433</b>			<b>Rp 628.284.958</b>

II	PEKERJAAN PEMBESIAN					
1	Lantai B3	3531,729	kg	Rp	8.242	Rp 29.107.803
2	Lantai B2	11211,010	kg	Rp	8.242	Rp 92.398.900
3	Lantai B1	11369,700	kg	Rp	8.242	Rp 93.706.792
4	Lantai L	9035,531	kg	Rp	8.242	Rp 74.469.039
5	Lantai Mez	8725,803	kg	Rp	8.242	Rp 71.916.322
6	Lantai 1	11942,577	kg	Rp	8.242	Rp 98.428.334
7	Lantai 2	8568,232	kg	Rp	8.242	Rp 70.617.658
8	Lantai M/E	5475,861	kg	Rp	8.242	Rp 45.130.953
9	Lantai 3	5111,514	kg	Rp	8.242	Rp 42.128.078
10	Lantai 4	5111,514	kg	Rp	8.242	Rp 42.128.078
11	Lantai 5	4331,475	kg	Rp	8.242	Rp 35.699.154
12	Lantai 6	4331,475	kg	Rp	8.242	Rp 35.699.154
13	Lantai 7	4331,475	kg	Rp	8.242	Rp 35.699.154
14	Lantai 8	3777,102	kg	Rp	8.242	Rp 31.130.118
15	Lantai 9	3777,102	kg	Rp	8.242	Rp 31.130.118
16	Lantai 10	3777,102	kg	Rp	8.242	Rp 31.130.118
17	Lantai 11	3777,102	kg	Rp	8.242	Rp 31.130.118
18	Lantai RT	1401,619	kg	Rp	8.242	Rp 11.551.864
19	Lantai ML	0,000	kg	Rp	8.242	Rp -
<b>J U M L A H</b>		<b>109587,924</b>			<b>Rp</b>	<b>903.201.757</b>

**GEDUNG SISTEM GANDA**

**RENCANA ANGGARAN BIAYA ELEMEN BALOK**

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>				
1	Lantai B3	42,788	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 44.476.181
2	Lantai B2	113,592	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 118.074.575
3	Lantai B1	117,668	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 122.311.552
4	Lantai L	117,709	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 122.353.936
5	Lantai Mez	42,753	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 44.439.865
6	Lantai 1	105,329	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 109.485.117
7	Lantai 2	107,352	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 111.588.728
8	Lantai M/E	53,327	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 55.431.137
9	Lantai 3	72,867	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 75.742.201
10	Lantai 4	53,327	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 55.431.137
11	Lantai 5	53,327	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 55.431.137
12	Lantai 6	53,327	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 55.431.137
13	Lantai 7	53,327	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 55.431.137
14	Lantai 8	53,327	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 55.431.137
15	Lantai 9	53,327	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 55.431.137
16	Lantai 10	53,327	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 55.431.137
17	Lantai 11	53,327	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 55.431.137
18	Lantai RT	53,327	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 55.431.137
19	Lantai ML	5,127	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 5.329.322
<b>J U M L A H</b>		<b>1258,452</b>			<b>Rp 1.308.112.850</b>

II	PEKERJAAN PEMBESIAN					
1	Lantai B3	5545,704	kg	Rp	11.330	Rp 62.832.825
2	Lantai B2	13532,835	kg	Rp	11.330	Rp 153.327.026
3	Lantai B1	17736,606	kg	Rp	11.330	Rp 200.955.745
4	Lantai L	19682,427	kg	Rp	11.330	Rp 223.001.894
5	Lantai Mez	7525,180	kg	Rp	11.330	Rp 85.260.284
6	Lantai 1	21053,751	kg	Rp	11.330	Rp 238.539.005
7	Lantai 2	20923,433	kg	Rp	11.330	Rp 237.062.494
8	Lantai M/E	9143,270	kg	Rp	11.330	Rp 103.593.250
9	Lantai 3	13959,428	kg	Rp	11.330	Rp 158.160.320
10	Lantai 4	9570,415	kg	Rp	11.330	Rp 108.432.799
11	Lantai 5	9570,415	kg	Rp	11.330	Rp 108.432.799
12	Lantai 6	9570,415	kg	Rp	11.330	Rp 108.432.799
13	Lantai 7	9570,415	kg	Rp	11.330	Rp 108.432.799
14	Lantai 8	9570,415	kg	Rp	11.330	Rp 108.432.799
15	Lantai 9	9570,415	kg	Rp	11.330	Rp 108.432.799
16	Lantai 10	9570,415	kg	Rp	11.330	Rp 108.432.799
17	Lantai 11	9570,415	kg	Rp	11.330	Rp 108.432.799
18	Lantai RT	9570,415	kg	Rp	11.330	Rp 108.432.799
19	Lantai ML	912,228	kg	Rp	11.330	Rp 10.335.543
<b>J U M L A H</b>		<b>216148,595</b>				<b>Rp 2.448.963.580</b>

**GEDUNG SRPMK****RENCANA ANGGARAN BIAYA ELEMEN BALOK**

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>				
1	Lantai B3	42,788	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 44.476.181
2	Lantai B2	121,259	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 126.044.391
3	Lantai B1	125,860	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 130.827.086
4	Lantai L	123,671	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 128.551.210
5	Lantai Mez	49,755	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 51.718.438
6	Lantai 1	111,291	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 115.682.390
7	Lantai 2	113,314	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 117.786.002
8	Lantai M/E	59,289	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.628.410
9	Lantai 3	78,829	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 81.939.474
10	Lantai 4	59,289	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.628.410
11	Lantai 5	59,289	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.628.410
12	Lantai 6	59,289	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.628.410
13	Lantai 7	59,289	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.628.410
14	Lantai 8	59,289	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.628.410
15	Lantai 9	59,289	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.628.410
16	Lantai 10	59,289	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.628.410
17	Lantai 11	59,289	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.628.410
18	Lantai RT	59,289	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 61.628.410
19	Lantai ML	11,089	m <sup>3</sup>	Rp 1.039.462	Rp 11.526.596
<b>J U M L A H</b>		<b>1370,743</b>			<b>Rp 1.424.835.872</b>

<b>II</b>	<b>PEKERJAAN PEMBESIAN</b>					
<b>1</b>	Lantai B3	5669,994	kg	Rp	11.330	Rp 64.241.033
<b>2</b>	Lantai B2	15008,269	kg	Rp	11.330	Rp 170.043.692
<b>3</b>	Lantai B1	20518,887	kg	Rp	11.330	Rp 232.478.986
<b>4</b>	Lantai L	20444,896	kg	Rp	11.330	Rp 231.640.668
<b>5</b>	Lantai Mez	8623,744	kg	Rp	11.330	Rp 97.707.022
<b>6</b>	Lantai 1	24248,005	kg	Rp	11.330	Rp 274.729.897
<b>7</b>	Lantai 2	24265,974	kg	Rp	11.330	Rp 274.933.485
<b>8</b>	Lantai M/E	10439,652	kg	Rp	11.330	Rp 118.281.253
<b>9</b>	Lantai 3	16984,936	kg	Rp	11.330	Rp 192.439.325
<b>10</b>	Lantai 4	11372,920	kg	Rp	11.330	Rp 128.855.182
<b>11</b>	Lantai 5	11372,920	kg	Rp	11.330	Rp 128.855.182
<b>12</b>	Lantai 6	11372,920	kg	Rp	11.330	Rp 128.855.182
<b>13</b>	Lantai 7	11372,920	kg	Rp	11.330	Rp 128.855.182
<b>14</b>	Lantai 8	11372,920	kg	Rp	11.330	Rp 128.855.182
<b>15</b>	Lantai 9	11372,920	kg	Rp	11.330	Rp 128.855.182
<b>16</b>	Lantai 10	11372,920	kg	Rp	11.330	Rp 128.855.182
<b>17</b>	Lantai 11	11372,920	kg	Rp	11.330	Rp 128.855.182
<b>18</b>	Lantai RT	11372,920	kg	Rp	11.330	Rp 128.855.182
<b>19</b>	Lantai ML	2264,049	kg	Rp	11.330	Rp 25.651.675
<b>J U M L A H</b>		<b>250824,684</b>				<b>Rp 2.841.843.677</b>